

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO



TESIS DE GRADO

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN, MANDO, POTENCIA,
SEGURIDAD Y PUESTA EN MARCHA DE LA MAQUINARIA QUE CONFORMA
EL LABORATORIO DE ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ALINEAMIENTO LASER DE LA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE MANTENIMIENTO.**

PEDRO LENÍN RAMOS RAMÍREZ

FRANCISCO XAVIER SEGARRA BARROS

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO DE MANTENIMIENTO

RIOBAMBA - ECUADOR

2009

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud los fundamentos teóricos – científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Pedro Lenín Ramos Ramírez

Francisco Xavier Segarra Barros

A G R A D E C I M I E N T O

M i p r o f u n d o a g r a d e c i m i e n t o a l I n g . C é s a r A s t u d i l l o D i r e c t o r d e T e s i s y a l I n g . M a n u e l M o r o c h o q u i e n e s c o n s u a p o y o y c o l a b o r a c i ó n p e r m i t i e r o n l a c u l m i n a c i ó n d e l a p r e s e n t e T e s i s .

A l a F a c u l t a d d e M e c á n i c a y a l a E s c u e l a d e I n g e n i e r í a d e M a n t e n i m i e n t o p o r h a b e r m e a c o g i d o e n s u s a u l a s y d e m a n e r a e s p e c i a l a t o d o s l o s p r o f e s o r e s d e l a E s c u e l a q u e h a n s a b i d o i m p a r t i r m e s u s c o n o c i m i e n t o s c o n t r i b u y e n d o a m i f o r m a c i ó n a c a d é m i c a y p r o f e s i o n a l .

F r a n c i s c o X a v i e r S e g a r r a B a r r o s

DEDICATORIA

La vida es un constante caminar que se hace sencillo cuando se cuenta con la compañía de seres maravillosos que brindan lo mejor en cada instante; en mi vida, he tenido el privilegio de contar con muchos de ellos; Dios el mejor de mis amigos, la luz que ilumina mi camino en momentos de oscuridad y la fuerza que me hace continuar en la construcción de mis sueños; mis Padres quienes con su ejemplo, esfuerzo, dedicación, amor y ternura infinitos me enseñaron el verdadero significado de la vida y me mostraron que los esfuerzos tienen siempre mayores recompensas; a mi Esposa e Hijo quienes con su apoyo incondicional me brindan la seguridad e inspiración para luchar juntos por un porvenir mejor y con quienes compartimos el sentimiento sincero de que nuestros corazones y almas siempre están unidos.

A mis demás familiares, amigos, y conocidos, personas maravillosas con las que hemos construido sueños e historias que vivirán y alimentarán para siempre mi mente y corazón.

Para todos ellos es mi bendición y agradecimiento infinitos.

Francisco Xavier Segarra Barros

A G R A D E C I M I E N T O

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, a la Facultad de Mecánica y a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento y de manera especial a todos los profesores de la Escuela que han sabido impartirme sus conocimientos contribuyendo a mi formación académica y profesional.

A su vez quiero extender mi agradecimiento y gratitud a los miembros del tribunal, Ing. César Astudillo e Ing. Manuel Morocho, por sus sugerencias, conocimientos y su guía acertada en el desarrollo y culminación del presente trabajo.

Agradezco de manera especial a mi madre Mercy Ramírez y a toda mi familia quienes me brindaron todo su apoyo y confianza en mi preparación profesional.

Pedro Lenín Ramos Ramírez

D E D I C A T O R I A

La presente tesis de grado lo dedico con amor a mi incondicional familia.

A mi madre, quien con su ejemplo de perseverancia ha sembrado, sentimientos de responsabilidad, amor y un profundo anhelo para seguir adelante venciendo cualquier obstáculo que se presente en el camino.

Pedro Lenín Ramos Ramírez

SUMARIO

La presente Tesis trata de la Implementación de los Sistemas de Alimentación, Mando, Potencia, Seguridad y Puesta en Marcha de la Maquinaria que conforma el laboratorio de Análisis Vibracional y Alineamiento Laser de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH.

Se determinó el estado técnico de la maquinaria y de igual manera el estado de la infraestructura del espacio físico, encontrándose deficiencias que no permitían la utilización del laboratorio de forma adecuada, por lo cual fue de suma importancia realizar mejoras en cada uno de los módulos como: anclaje, bases, rejillas de seguridad, cableado, conexiones eléctricas, iluminarias, acabados superficiales, acondicionamiento físico, etc. Resultado de esto se obtuvo un nuevo banco (motor banda – eje).

Las tareas realizadas tales como: reacondicionamiento, distribución e instalación eléctrica de la maquinaria, permitirá resguardar la seguridad integral del estudiante de manera que ayudara a realizar prácticas sin problemas e interrupciones, brindando al estudiante - profesor un ambiente idóneo. Para lo cual hubo la necesidad de seleccionar dispositivos electromecánicos y materiales recomendados de excelente calidad, basándonos en los parámetros de funcionamiento de cada uno de los equipos.

El deseo es contribuir al desarrollo y aprendizaje de generaciones venideras, que permitirá a los estudiantes complementar y consolidar los fundamentos teóricos en conocimientos prácticos.

Con los resultados obtenidos, se recomienda utilizar la maquinaria del laboratorio de forma adecuada y cumplir con el plan de mantenimiento propuesto en este trabajo.

S U M M A R Y

The present thesis deals with the Implementation of the Feeding, Command, Power, Security and Starting Systems of the Machinery making up the laboratory of the Vibrating Analysis and Laser Alignment of the Maintenance Engineering School of the ESPOCH.

The technical machinery status as well as the status of the physical-space infrastructure finding deficiencies which do not permit the lab use adequately, this is why it is of the utmost importance to carry out improvements in each module such as: anchoring, bases, security screens, cables, electrical connections, lighting, surface finishing physical conditioning etc. A new bank was obtained (motor-band-axis).

The tasks carried out such as re-conditioning, distribution and machinery electrical installation will allow to maintain the student integral security so as to help perform practices without any problem and interruptions providing the student-teacher a suitable environment. For this, it was necessary to select electro-mechanical devices and recommended materials of excellent quality based on the functioning parameters of each equipment.

It is hoped to contribute to the development and learning of generations to come

which will permit the students to complement and consolidate the theoretical fundamentals in practical background.

From the results it is recommended to use the lab machinery adequately and accomplish the proposed maintenance plan in this work.

TABLA DE CONTENIDOS

<u>CAPÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
1. GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
2. MARCO TEÓRICO	
2.1 Instalaciones eléctricas.....	4
2.1.1 Diagramas eléctricos.....	5
2.2 Aparatos de maniobra.....	9
2.2.1 Clasificación de los aparatos de maniobra.....	9
2.2.2 Contactores.....	13
2.2.3 Relés.....	19
2.2.4 Elementos auxiliares de control.....	21
2.3 Circuito de potencia.....	26
2.4 Circuito de mando.....	26
2.5 Análisis de vibracional.....	27
2.5.1 Vibración simple.....	27

2.5.2	Análisis espectral...	28
2.5.3	Desplazamiento, velocidad y aceleración...	29
2.5.4	Equipos de medición de vibraciones...	30
2.6	Alineamiento laser...	33
2.6.1	Principio de funcionamiento de los equipos de alineación láser...	33

3. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA MAQUINARIA

3.1	Datos técnicos y parámetros de funcionamiento de la maquinaria.	35
3.1.1	Motor Bomba...	35
3.1.2	Motor Acople (MAC)...	36
3.1.3	Motor Banda...	37
3.1.4	Motor Banda – Eje...	38
3.1.5	Motor Ventilador...	39
3.1.6	Motor Acople (WEG)...	40
3.2	Análisis del estado actual del laboratorio...	41
3.2.1	Evaluación del estado técnico de la maquinaria...	42
3.2.2	Evaluación de la infraestructura e instalaciones...	48
3.2.3	Análisis de resultados del estado actual del laboratorio...	49
3.3	Diagrama de disposición del laboratorio...	49
3.3.1	Ubicación del laboratorio...	50
3.3.2	Plano de distribución de planta de la maquinaria...	51

4. INSTALACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS ALIMENTACIÓN, MANDO, POTENCIA, SEGURIDAD Y REACONDICIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA.

4.1	Diseño de los circuitos de potencia	52
4.2	Diseño de los circuitos de mando	53
4.3	Diseño de los circuitos de protección eléctrica	54
4.4	Calculo de la sección de conductores	55
4.5	Calculo de los disyuntores	59
4.6	Selección de contactores	60
4.7	Selección del relé de protección contra sobrecargas	63
4.8	Armado de la caja de control y distribución	65
4.9	Reacondicionamiento de la maquinaria	67
4.10	Distribución y anclaje de la maquinaria	87
4.11	Instalación eléctrica del laboratorio	88
4.11.1	Red de alimentación	88
4.11.2	Instalación interna del laboratorio	89
5.	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO	
5.1	Prueba del circuito de potencia	92
5.2	Prueba del circuito de mando	94
5.3	Prueba del circuito de seguridad y protección	97
5.4	Puesta en marcha	98
5.5	Evaluación del funcionamiento	98
5.6	Elaboración del banco de tareas y observaciones de seguridad	99
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
6.1	Conclusiones	125
6.2	Recomendaciones	126

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

<u>TABLA</u>		<u>PÁGINA</u>
3.1	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR BOMBA	36
3.2	DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR BOMBA	36
3.3	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR ACOPLÉ (MAC).	37
3.4	DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR ACOPLÉ (MAC)	37
3.5	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR BANDA	38
3.6	DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR BANDA	38
3.7	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR BANDA – EJE...	39
3.8	DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR BANDA - EJE	39
3.9	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR VENTILADOR	40
3.10	DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR VENTILADOR	40
3.11	PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR ACOPLÉ (WEG).	41
3.12	DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR ACOPLÉ (WEG)	41
3.13	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR BOMBA	42
3.14	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR ACOPLÉ (MAC).	43
3.15	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR BANDA	44
3.16	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR BANDA – EJE	45
3.17	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR VENTILADOR	46
3.18	EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR ACOPLÉ (WEG).	47
3.19	EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES..	48
5.1	EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO	98
5.2	INSPECCIÓN DEL MOTOR	99

5.3	CAMBIO DE RODAMIENTOS...	100
5.4	LUBRICACIÓN ...	101
5.5	INSPECCIÓN ELÉCTRICA ...	102
5.6	INSPECCIÓN DEL MOTOR ...	103
5.7	CAMBIO DE RODAMIENTOS...	104
5.8	LUBRICACIÓN ...	105
5.9	INSPECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS ...	106
5.10	INSPECCIÓN ELÉCTRICA ...	107
5.11	INSPECCIÓN DEL MOTOR ...	108
5.12	CAMBIO DE RODAMIENTOS...	109
5.13	INSPECCIÓN DE BOMBA ...	110
5.14	LUBRICACIÓN BOMBA ...	111
5.15	INSPECCIÓN ELÉCTRICA ...	112
5.16	INSPECCIÓN DEL MOTOR ...	113
5.17	CAMBIO DE RODAMIENTOS...	114
5.18	LUBRICACIÓN ...	115
5.19	INSPECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS ...	116
5.20	INSPECCIÓN ELÉCTRICA ...	117
5.21	INSPECCIÓN DEL MOTOR ...	118
5.22	CAMBIO DE RODAMIENTOS...	119
5.23	LUBRICACIÓN ...	120
5.24	INSPECCIÓN ELÉCTRICA ...	121
5.25	INSPECCIÓN DEL MOTOR ...	122
5.26	CAMBIO DE RODAMIENTOS...	123
5.27	INSPECCIÓN ELÉCTRICA ...	124

LISTA DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>		<u>PÁGINA</u>
2.1	Estructura de un contactor electromagnético	14
2.2	Estructuras magnéticas de los contactores de CA y CD	15
2.3	Masa suspendida de un resorte	27
2.4	Análisis espectral	28
2.5	Espectro de desplazamiento	29
2.6	Espectro de velocidad	29
2.7	Espectro de aceleración	30
2.8	Sensor de proximidad	30
2.9	Sensor de velocidad	31
2.10	Acelerómetro	32
2.11	Puntos de medición	33
2.12	Optaling plus	34
3.1	Motor Bomba	35
3.2	Motor Acople (MAC)	36
3.3	Motor Banda	37
3.4	Motor Banda – Eje	38
3.5	Motor Ventilador	39
3.6	Motor Acople (WEG)	40
3.7	Laboratorio inicial	41
3.8	Ubicación del laboratorio	50
3.9	Plano de distribución	51
4.1	Circuito de potencia para los motores trifásicos	52

4.2	Circuito de potencia para los motores monofásicos	53
4.3	Circuito de mando	54
4.4	Circuito de seguridad	54
4.5	Caja de distribución	65
4.6	Guarda del motor acople	68
4.7	Base para anclaje motor acople (MAC)	69
4.8	Mecanismo banda – polea motor acople (MAC)	70
4.9	Motor MAC	71
4.10	Motor WEG	71
4.11	Sistema de mando y potencia	72
4.12	Sistema de seguridad	72
4.13	Motor Banda	74
4.14	Guarda del Motor Banda	75
4.15	Circuito de potencia	77
4.16	Circuito de seguridad	77
4.17	Motor Ventilador	78
4.18	Guarda del Motor Ventilador	79
4.19	Banco o base	80
4.20	Circuito de mando y potencia	81
4.21	Circuito de seguridad	81
4.22	Motor acople (WEG)	83
4.23	Banco o base Motor acople (WEG)	84
4.24	Circuito mando y potencia	85
4.25	Distribución de maquinaria	87
4.26	Red de alimentación	88

S I M B O L O G Í A

**C o n t a c t o r****C o n t a c t o n o r m a l m e n t e a b i e r t o****C o n t a c t o n o r m a l m e n t e c e r r a d o****F a s e e l é c t r i c a****F u s i b l e****M o t o r****P u l s a d o r****R e l é t é r m i c o b i m e t á l i c o**

LISTA DE ABREVIACIONES

- **CA:** Corriente alterna
- **CC:** Corriente continua
- **CD:** Corriente directa
- **CPM:** Ciclos por minutos
- **IEC:** Comisión Electrotécnica Internacional
- **NA:** Normalmente abierto
- **NC:** Normalmente cerrado
- **VDE:** Asociación de Electrotecnia

LISTA DE ANEXOS

ANEXOS A: Tablas para selección de contactores – relés

ANEXOS B: Tablas para selección de conductores

ANEXOS C: Determinación de la resistencia del suelo para la maquinaria

ANEXOS D: Antiguo laboratorio

ANEXOS E: Algunas tareas realizadas

ANEXOS F: Instrucciones de operación y observaciones de seguridad

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] DAWES, C. Tratado de Electricidad. Nueva York: Gustavo Gili, 2005, p. 20.
- [2] MOLINA, J. Control Industrial. Quito: Escuela Politécnica Nacional, 1990
(doc.), p. 56
- [3] SANTILLAN, M. Control Industrial. Riobamba: ESPOCH, 2005. (doc.),
p. 26.
- [4] MOROCHO, M. Curso de Análisis de Vibraciones. Riobamba: Editcenter,
2006. (doc.), p. 35
- [5] ALVAREZ, R. Curso de Vibraciones Mecánicas. Ecuador: 2004. (doc.), p. 45

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ, R.** Curso de Vibraciones Mecánicas. Ecuador: 2004. (doc.)
- CHAPMAN, S.** Máquinas Eléctricas. 4ta.ed. México: McGraw-Hill, 2005.
- DAWES, C.** Tratado de Electricidad. Nueva York: Gustavo Gili, 2005.
- FITZGERALD, A.** Máquinas Eléctricas. 6ta.ed. México: McGraw-Hill, 2004.
- MOLINA, J.** Control Industrial. Quito: Escuela Politécnica Nacional, 1990. (doc.)
- MOROCHO, M** Curso de Análisis de Vibraciones. Riobamba: Edicentro,
2006. (doc.)
- MÜLLER, W.** Electrotecnia de Potencia Curso Superior. Rusia: Reverte, 2004.
- REYNA, A** Curso de Análisis de Vibraciones. Ecuador: 2003. (doc.)
- SANTILLAN, M.** Control Industrial. Riobamba: ESPOCH, 2005. (doc.)

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

La Escuela de Ingeniería de Mantenimiento de la ESPOCH cuenta con diferentes laboratorios, siendo estos de gran ayuda para los estudiantes permitiéndoles complementar y consolidar los fundamentos teóricos en conocimientos prácticos.

Uno de estos laboratorios es el de ANÁLISIS VIBRACIONAL Y ALINEAMIENTO LÁSER, el cual se ha implementando en base de aportes generados por los estudiantes de la Escuela.

Anteriormente este laboratorio no estaba apto para realizar prácticas ya que no contaba con la instalación eléctrica, seguridad y control, que se necesitaba para el correcto funcionamiento de las diferentes maquinarias existentes.

1.2 Justificación

La implementación del sistema de mando, potencia, seguridad y puesta en marcha de la maquinaria que conforma el laboratorio de análisis vibracional y alineamiento láser existente en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, permitirá brindar a los estudiantes una mejor formación académica y profesional en esta importante área del mantenimiento.

Dado que la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento no contaba con los suficientes recursos para la mejora y puesta en marcha de los diferentes módulos de prueba que conforman el laboratorio de análisis vibracional y alineamiento láser, resulto conveniente que por medio de trabajos de investigación desarrollado por los estudiantes se aporte con la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento, la Facultad de Mecánica y por ende la ESPOCH.

1.3 O b j e t i v o s

1.3.1 O b j e t i v o G e n e r a l

Implementar el sistema de alimentación, mando, potencia, seguridad y puesta en marcha de la maquinaria que conforma el laboratorio de análisis vibracional y alineamiento láser existente en la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento.

1.3.2 O b j e t i v o s E s p e c í f i c o s

- Analizar el estado actual del laboratorio
- Conocer los parámetros de funcionamiento de la maquinaria.
- Conocer los diferentes dispositivos necesarios para la instalación eléctrica y puesta en marcha de la maquinaria existente.
- Determinar la distribución de planta adecuada de la maquinaria.
- Reacondicionar las diferentes maquinarias del laboratorio.
- Realizar el diseño e instalación de los sistemas alimentación, mando, potencia, seguridad.

- Verificar el correcto funcionamiento del laboratorio.
- Elaborar el banco de tareas y las observaciones de seguridad requeridas en la maquinaria del laboratorio

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Instalaciones eléctricas. [1]

En los diversos tipos de instalaciones industriales, en donde se demanda la realización de acciones y movimientos precisos, y en muchas ocasiones suelen ser repetitivos, para lo cual es necesario utilizar una gran variedad de aparatos de maniobra, como por ejemplo interruptores, fusibles, contactores, relés, entre otros; los cuales permiten efectuar operaciones de control eléctrico de manera correcta y segura.

Así mismo; la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica requieren de aparatos y dispositivos electromecánicos que permitan realizar un control efectivo, los mismos que actuarán en función de las distintas magnitudes eléctricas de servicio como tensión, intensidad, potencia, resistencia y también en función de otras magnitudes no eléctricas como: temperatura, desplazamiento, velocidad y sentido de giro, entre otras.

En la práctica existen dos grupos generales de instalaciones eléctricas:

- De baja tensión y
- De media y alta tensión

En las instalaciones de baja tensión los aparatos de maniobra utilizados pueden ser manuales y automáticos.

2.1.1 Diagramas eléctricos. [2]

Tanto el diseño, la construcción, operación y. mantenimiento de cualquier equipo y maquinaria requieren de instrucciones concretas que permitan efectuar un trabajo seguro y fácil. Los diagramas son justamente el medio por el cual, tanto el diseñador, constructor y personal técnico se comunican fácilmente. Estos diagramas deben ser de trazos simples, cuyos signos y símbolos deben ser, al menos, de conocimiento general y mejor si son normalizados.

La elaboración de un diagrama eléctrico, debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Servir de ayuda en la explicación del funcionamiento del circuito, mediante el cual se puedan hacer modificaciones o cambios en el diseño.
- Los diagramas son utilizados para guiar en la realización del alambrado de los circuitos de control y potencia de equipos y tableros.
- Que el diagrama deba indicar claramente la interconexión entre las piezas, elementos y equipos y las distintas partes del circuito de control de máquinas u otros tableros.
- Guiar y orientar eficazmente en la localización de una falla o para realizar trabajos de mantenimiento por parte del personal técnico y de operación del sistema.

Clasificación de los diagramas.

En función al tipo de elementos que conforman los equipos de instalaciones; los diagramas se dividen en:

- Cinemáticos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos
- Electrónicos, etc.

También se pueden encontrar diagramas combinados, constituidos por elementos de diversa índole. Así por ejemplo; los diagramas electro neumáticos que contienen tanto elementos eléctricos como elementos neumáticos. Sin embargo, si el trabajo del equipo o del sistema se determina con la supremacía de elementos de un tipo y un número no importante de elementos de otro tipo. Al diagrama se debe denominar de acuerdo al número mayor de elementos de un mismo tipo, no se debe denominar como diagrama combinado.

Clasificación de los diagramas eléctricos.

Básicamente los diagramas eléctricos son de cuatro tipos:

- Diagrama Unifilar o diagrama básico.
- Diagrama funcional, o de principio o esquemático.
- Diagrama de conexión, o de montaje o de alambrado.
- Diagrama de interconexión.

Diagrama unifilar.

Es aquel diagrama que con líneas simples; generalmente representado con una sola línea; y símbolos simplificados, indica en una forma global la estructura y

los componentes de un circuito o instalación eléctrica, sin indicar el circuito de control.

En éste se incluyen únicamente las partes más importantes del sistema y ciertas especificaciones técnicas referentes a los niveles de voltaje, corriente, potencia y otros parámetros según el caso. Para que el diagrama unifilar cumpla con sus objetivos, se deben tomar en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Que se represente; hasta donde sea posible; la posición física de las distintas partes del sistema.
- Que se anote sobre el equipo los principales datos técnicos de los distintos aparatos y elementos; por ejemplo, de la red de alimentación, de máquinas eléctricas, equipos de maniobra y protección, aparatos de medición, bloqueos, etc.

Diagrama funcional o de principio.

Llamado también esquemático o elemental, es aquel que con mayor frecuencia se utiliza en la representación de circuitos eléctricos de plantas industriales. Su objetivo principal es ayudar en la elaboración del diseño y en el análisis del funcionamiento del sistema o instalación para poder realizar modificaciones futuras.

Diagrama de conexión o de montaje.

Este tipo de diagramas pertenece al grupo de diagramas de realización. Agrupa a los circuitos de mando y de potencia, dispuestos en la posición física que

ocuparán en el tablero de control cuadro eléctrico, mostrando además todo el conexionado o alambrado que debe realizarse en el montaje. En este tipo de diagramas se hace necesario establecer una nomenclatura para cada aparato y numerar cada uno de sus terminales.

A continuación se sugieren ciertas normas para la elaboración y que faciliten su lectura:

- Designar a cada aparato con una letra o un par de letras; a veces tres letras.
- A todos los terminales de cada uno de los aparatos se asignarán números para identificarlos, aunque éstos puedan repetirse sobre los diferentes aparatos.
- Las conexiones deben ser marcadas por designaciones que contengan el número del terminal seguido de la letra que designa al otro aparato y su número de terminal.

Diagrama de interconexión.

Estos diagramas se utilizan cuando existen varios aparatos o equipos distantes entre sí; cuyas partes se arman por separado; pero que eléctricamente deben interconectarse para su funcionamiento. Este caso podría ser considerado también como un conexionado exterior de un diagrama de conexión interior. Es conveniente utilizar para las conexiones, la representación por "haces de conductores"; la misma que es necesaria, cuando la representación multifilar de los conductores en el diagrama, exige el trazado de varias líneas paralelas y cercanas entre sí en una longitud considerable.

2.2 Aparatos de maniobra.

Los aparatos de maniobra manuales, son aquellos que requieren para su accionamiento la intervención directa de una persona; como por ejemplo un interruptor, pulsador, etc. Mientras que los automáticos son auto accionados después de recibir una señal (estímulo) externa, cuya magnitud alcance un valor preestablecido; así por ejemplo un contactor, relé, etc.

En las instalaciones eléctricas de media y alta tensión, los aparatos de maniobra tienen por objetivo abrir y cerrar circuitos bajo tensiones y corrientes elevadas, con la aparición de los procesos transitorios (sobretensiones y sobreintensidades). Estos aparatos son accionados por mecanismos especiales; por ejemplo los disyuntores limitadores de corriente, seccionadores, interruptores para alta tensión, etc.

En el presente texto, nos referimos a los aparatos de maniobra de baja tensión, como es el caso de los contactores, relés, pulsadores; los cuales nos permitirán realizar la automatización de los distintos circuitos de control, y en forma general de las instalaciones industriales.

2.2.1 Clasificación de los aparatos de maniobra.

Anteriormente se realizó una clasificación de los aparatos de maniobra que, de manera general pueden ser manuales y automáticos, éstos a su vez; para las instalaciones eléctricas de baja tensión; se pueden subclasificar en:

- Interruptores
- Aparatos de regulación
- Dispositivos de enchufe
- Fusibles.

Interruptores.

Son aparatos de maniobra que permiten abrir y cerrar circuitos a ellos asociados, cuyas piezas o elementos que permiten realizar dichas operaciones viene montado en una misma base. Un interruptor puede presentar dos estados diferentes "contactos normalmente abiertos" (N A) y "contactos normalmente cerrados" (N C), su comportamiento es por tanto binario.

Dentro de este grupo de aparatos tenemos a los pulsadores, conmutadores, seccionadores, entre otros.

Clasificación de los interruptores.

Los interruptores se clasifican en función de los siguientes parámetros:

- **Según el tipo de funcionamiento**, éstos pueden ser con y sin retroceso, lo que significa que tienen o no enclavamiento mecánico.
- **Según la clase de accionamiento**, entendiéndose que éstos pueden ser: manuales, de pie, magnéticos, térmicos y otros.
- **Según el método de extinción del arco eléctrico**; entre estos interruptores tenemos: a presión, en aire, en aceite y en gas.

- **Según la finalidad de empleo**, tenemos los siguientes tipos de interruptores: seccionadores, selectores, de mando, de protección, auxiliares, etc.
- **Según la potencia de desconexión**, así por ejemplo, tenemos interruptores de potencia para maniobras bajo carga, para maniobras en vacío, para motores, etc.

Aparatos de regulación.

Son aquellos aparatos que permiten modificar, adaptar o regular las magnitudes de servicio, sean éstas eléctricas o de otra índole. Contemplan la eventual desconexión automática. Como ejemplo de estos dispositivos tenemos a los arrancadores manuales o automáticos de motores eléctricos, reóstatos, potenciómetros.

Dispositivos de enchufe.

Son dispositivos que permiten abrir o cerrar circuitos, conectar o desconectar equipos, con la particularidad de que las piezas que permiten realizar dichas operaciones vienen montadas en bases diferentes. Así por ejemplo tenemos: clavijas, zócalos, tomacorrientes, conectores, enchufes.

Fusibles.

Son dispositivos cuya función particular es interrumpir el paso de corrientes anómalas; específicamente de "cortocircuito"; en forma automática mediante la

fusión de una pieza conductora, sin dar lugar a la formación del arco eléctrico, ni antes ni después de la interrupción. Su accionamiento puede ser de forma instantánea o retardada. Se recomienda la colocación de fusibles en todas las instalaciones, máquinas y equipos eléctricos.

Interruptores de potencia o disyuntores.

Tienen gran capacidad de ruptura e incluso pueden desconectar intensidades de cortocircuito. Son utilizados para la protección de redes contra sobrecorrientes y cortocircuitos, para fraccionar y subdividir redes eléctricas, seccionar acometidas importantes. La intensidad nominal de estos interruptores estará en función a la carga que deberán soportar, pero su capacidad de ruptura debe ser independiente de la carga.

Interruptores para maniobras bajo carga.

Este tipo de interruptores está destinada a la conexión y desconexión de corrientes de un valor aproximado a la intensidad nominal, y en casos extremos de 2 a 4 veces la intensidad nominal, de acuerdo al tipo de carga. Estos interruptores son de uso general en circuitos no inductivos como es el caso de alumbrado, motores de CC, calefacción, entre otros.

En este grupo encontramos a los siguientes: Interruptores y conmutadores de palanca, interruptores y conmutadores rotativos, interruptores de tambor y de paquete.

Interruptores para maniobras en vacío.

Estos interruptores producen cortes en circuitos con carga. Son utilizados para dejar sin tensión a partes de una instalación eléctrica que se ubican después de ellos. El interruptor más conocido de este grupo es el Seccionador.

Interruptores para motores.

Estos aparatos pueden interrumpir intensidades del orden de 6 a 8 veces la intensidad nominal. Se recomienda que, cuando se emplean en la maniobra directa de los motores eléctricos, esperar un determinado tiempo de iniciado el período de arranque para desconectar a plena corriente de arranque, ya que sus contactos se encuentran protegidos y pueden soportar sobrecorrientes y picos de corriente durante cortos períodos de tiempo. Se cita como ejemplo de ese grupo de interruptores a los siguientes: interruptores de tambor, contactores y guarda motores.

2.2.2 Contactores. [3]

El contactor no es más que un interruptor controlado a distancia por medio de un sistema especial, que en forma generalizada constituye un electroimán. Al contactor también lo podemos definir como un aparato de maniobra designado para permitir o interrumpir la circulación de corriente a uno o más circuitos eléctricos.

Si la forma de interrumpir o cerrar un circuito por unión o separación de elementos mecánicos, el contactor será de contactos mecánicos.

El contactor electromagnético.

Definición y estructura.- El contactor electromagnético es un aparato en el cual la fuerza que permite abrir o cerrar los contactos principales y auxiliares, es provista por un electroimán. Estos dispositivos poseen retorno propio cuando el electroimán (bobina de mando) es desactivado. Un contactor electromagnético está constituido por: Sistema electromecánico y Contactos.

A su vez el sistema electromecánico está constituido por; un circuito electromagnético (electroimán), formado por una bobina de mando o de excitación y un circuito magnético que comprende una pieza fija y de una pieza móvil, fabricadas de material ferromagnético. Este circuito provee la fuerza necesaria para activar los contactos.

Un circuito mecánico, constituido por los resortes o muelles de reposición para desactivar a los contactos, el peso de la pieza móvil, la inercia y el rozamiento que presenta el sistema.

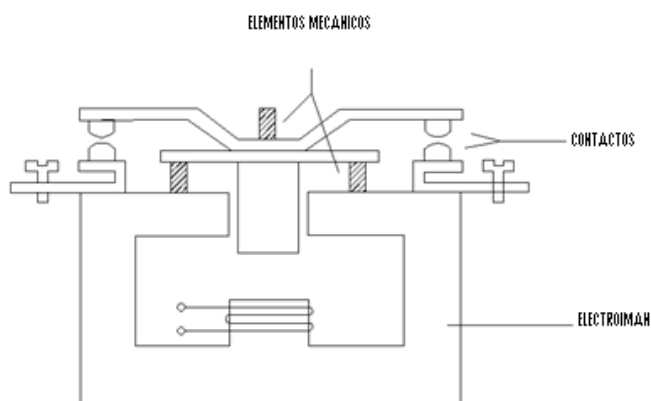


Figura 2.1: Estructura de un contactor electromagnético

Principio de funcionamiento de los contactores de CD y CA.

Analicemos el funcionamiento de los contactores de CD y CA en forma general, que de acuerdo a su estructura, el circuito magnético constituido por el núcleo fijo y la armadura o pieza móvil se encuentran separados por la fuerza que proporcionan los resortes de reposición. Al recibir corriente la bobina de mando (1), ésta crea un flujo magnético; si la fuerza de atracción (F_a) generada es mayor a la fuerza de reposición (F_r) de los resortes, condición que permite la atracción de la pieza móvil hacia el núcleo, cambiando la condición de los contactos.

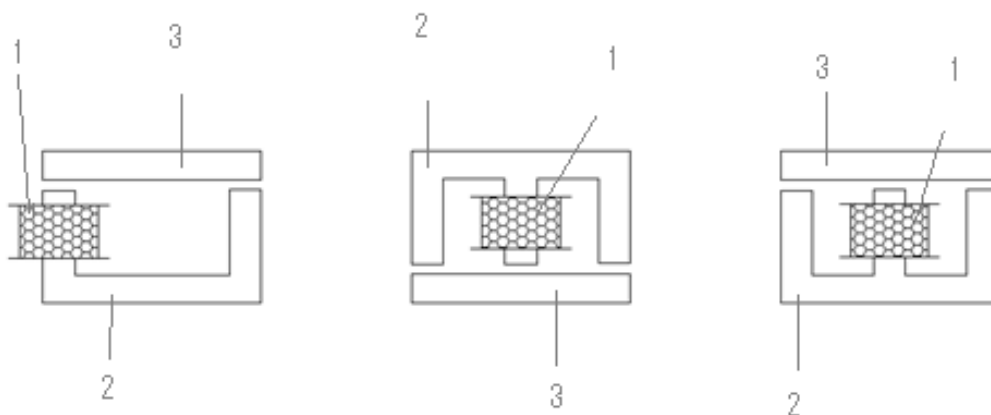


Figura 2.2: Estructuras magnéticas de los contactores de CA y CD.

1 bobina de mando, 2 pieza fija o núcleo y 3 pieza móvil

Los Contactos.

Son los elementos encargadas de asegurar el establecimiento y corte de las corrientes, o dicho en otras palabras son partes que realizan el trabajo de cerrar o abrir los circuitos a ellos asociados. Debido a su continua operación, los contactos de un contactor deben ser construidos con un material capaz de soportar y cubrir las siguientes exigencias electromecánicas:

- Alta conductividad eléctrica.
- Poca tendencia a soldarse debido al efecto térmico de arco.
- Elevada resistencia a la erosión eléctrica producida por el arco cuando el circuito de potencia se interrumpe.
- Poca tendencia a formar óxidos y sulfuros en sus superficies de contacto.
- Resistencia mecánica a la deformación por el impacto.

Contatos principales.

Los contactos principales tienen por finalidad realizar el cierre o apertura del circuito principal o de potencia y actúan directamente sobre la carga. Son los contactos principales o polos los que caracterizan a un contactor como: Unipolar, Bipolar, Tripolar, Tetrapolar.

Según normas internacionales los contactos principales de un contactor se identifican con números de una sola cifra (1-2, 3-4, 5-6, 7-8). No se descarta el empleo de L1, L2, L3 para las entradas de los polos, y T1, T2, T3 para la salida de los mismos. En circuitos de potencia de CA, los contactores más utilizados son los tripolares; mientras que los circuitos de potencia de CC serán; obviamente bipolares, es necesario recalcar que estos contactos son "normalmente abiertos" NA.

Contatos auxiliares.

Los contactos auxiliares que tienen por finalidad el gobierno del contactor, es decir que pueden efectuar funciones de autoalimentación, dependencias, enclavamientos (función memoria) y señalización de los circuitos de mando.

Los contactos auxiliares están diseñados y contruidos para operar con voltajes del mismo nivel que el de los contactos principales, pero con corrientes comprendidas entre 3 A y 10 A (normalmente 6 A).

Este tipo de contactos pueden ser de dos tipos: Normalmente Abiertos (NA) y Normalmente Cerrados (NC). Normas internacionales recomiendan identificar a estos contactos, numerándolos con dos cifras, por ejemplo 13-14, 23-24, 33-34, 43,44 para contactos (NA), 11-12, 21-22, 31-32 y 41-42 para contactos (NC).

Datos técnicos de un contactor.

Según las disposiciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC - 158-1A), las características técnicas de un contactor vienen determinadas en los siguientes términos:

1. Tipo de contactor
2. Valores nominales
3. Sistema de circuitos de control y contactos auxiliares.

- **Tipo de contactor.** De acuerdo a este criterio, se especifican los siguientes datos técnicos:

1. Número de polos.
2. Clase de corriente. Si los contactos principales conmutan circuitos de CC o CA; si se trata de circuitos de CA especificar la frecuencia.

3. Método de extinción. Referente a la extinción del arco eléctrico si es en aire, aceite, vacío, etc.

4. Método de control. Se refiere al modo de accionamiento del contactor, si es electromagnético, neumático, etc.

- **Valores Nominales.** Según las normas IEC, los datos de placa en los contactores traen los siguientes valores nominales:

1. Voltaje nominal de operación, V_e . Se refiere al voltaje de los contactos principales. Para circuitos trifásicos éste viene dado por el voltaje entre las fases.

2. Corriente nominal de régimen, I_{th} . Independiente del tipo de corriente.

3. Frecuencia nominal, f . Para el caso de circuitos de CA.

4. Voltaje de aislamiento, V_i ; o nivel de aislamiento.

- **Sistemas de Circuitos de Control y Contactos Auxiliares.** Debe tenerse en cuenta los siguientes parámetros:

1. Voltaje nominal para la bobina de mando, V_e . Debe indicarse los niveles, y para el caso de CA, indicar la frecuencia. I.

2. Número y clase de contactos auxiliares, su capacidad de corriente es de 6 A.

Selección de contactores.

Son dos datos importantes que se deben tener en cuenta en la selección de un contactor:

1. Tiempo de circulación de corriente a través de los contactos principales.
2. Clase de servicio según su aplicación.

Teniendo en cuenta, para su selección, las recomendaciones que se dan a continuación:

- El tipo o clase de motor.
- El arranque más conveniente.
- Que el contactor soporte el trabajo del motor y las maniobras que se realicen en él.
- La extinción del arco en el momento del paro del motor, debe ser lo más rápidamente posible.
- Calidad en la composición de los contactos, adecuada a las maniobras a realizar por el contactor.

2.2.3 Relés.

Definición y clasificación de los relés.

A un relé o relevador se lo puede definir, como un dispositivo electromecánico, que actúa en función de la variación de una magnitud física (tiempo, temperatura, presión) o eléctrica (voltaje, corriente, resistencia, etc.), determinando el accionamiento de uno o más dispositivos.

De acuerdo a la finalidad de su instalación, los relés se clasifican en:

- **Relés de mando**, cuya función es el mando de las diferentes partes de un circuito o instalación eléctrica. Su accionamiento es voluntario.
- **Relés de medida o regulación**, con la utilización de este tipo de relés se determina una modificación de las características de funcionamiento de un circuito eléctrico.
- **Relés de protección**, utilizados en la protección de un circuito eléctrico o de máquinas eléctricas en general, al presentarse magnitudes anómalas de funcionamiento.

Generalmente, los relés de regulación y de protección son de accionamiento automático, es decir, que su conexión y desconexión son voluntarios, sino que dependen de las características de funcionamiento del circuito.

El relé de protección térmico bimetalico.

Este tipo de aparatos de maniobra se emplea para la protección de motores eléctricos, y en particular a controlar el sobrecalentamiento de sus devanados y a provocar la desconexión automática del o de los contactores, cuando éste calentamiento alcance su límite.

Básicamente, posee un elemento que se dilata en función de la corriente del motor (detector de temperatura), que provoca el disparo automático de sus contactos ubicados en el circuito de mando, cuando se alcanza la temperatura de reacción. Este elemento es generalmente un bimetálico, constituido por dos láminas estrechas y delgadas de metales diferentes; con coeficientes de dilatación muy diferente; y

soldados adecuadamente. En estas condiciones el bimetálico al calentarse se curva y presenta una deflexión variable con la variación de temperatura. Al curvarse, provoca el disparo de un contacto (NC), interrumpiendo la excitación a la bobina de mando del contactor, el cual controla la alimentación al motor.

Datos técnicos de los relés.

Al igual que la mayoría de los dispositivos y aparatos de maniobra, los datos técnicos de los relés térmicos, que deben considerarse para su correcta selección, son los siguientes:

- **Rango de ajuste de corriente**, este valor se elige en función de la corriente nominal del motor, $\pm 25\%$. Así por ejemplo, si la I_{nom} del motor, es 10 A, el relé debería ajustarse o calibrarse entre 7.5 y 12.5 A;
- **Voltaje nominal de operación**, éste deberá coincidir al menos, con el voltaje nominal del motor.
- **Voltaje de aislamiento**, que será el valor máximo del voltaje de operación.
- **Curva de operación del relé**. Relaciona el tiempo de disparo del relé en función de la corriente que circula por él.
- **Contactos de salida**, generalmente son dos: un NC y un NA, Capacidad de los contactos de salida normalmente es de 6 A en la categoría AC 11 (normas IEC).

2.2.4 Elementos auxiliares de control.

La conexión o desconexión de un contactor o relé, determinan el programa de trabajo correspondiente a un circuito de control. Esto se consigue con dispositivos

auxiliares de mando o control, conectados adecuadamente dentro del circuito. Éstos van conectados a los aparatos principales de control y actúan como órganos auxiliares de control dentro de la instalación.

Las categorías de utilización de acuerdo a las normas IEC y VDE para los elementos auxiliares de control, son la AC 11 para CA y la DC 11 para CC, que son precisamente para el accionamiento de electroimanes y bobinas de contactores y relés.

Dentro de estos aparatos auxiliares se citan a los siguientes:

- Pulsadores
- Selectores.
- Finales de límite o de carrera.
- Seccionadores
- Lámparas piloto.

Pulsadores o pulsantes.

Son interruptores que poseen retroceso propio, son accionados manualmente y utilizados para el mando de pequeñas potencias. Son elementos de mando de empleo frecuente en el accionamiento de contactores para el control de motores eléctricos. El pulsador es básicamente un botón actuador y la cámara de contactos, constituida por un par de contactos, un NA o de arranque (STAR1) y otro NC o de paro (STOP).

C l a s i f i c a c i ó n d e l o s p u l s a d o r e s .

A los pulsadores se los puede dividir:

- P o r l a s c o n d i c i o n e s m e c á n i c a s d e m a n d o
- P o r l a s c o n d i c i o n e s d e m o n t a j e
- P o r l a s c o n d i c i o n e s a m b i e n t a l e s .

I n t e r r u p t o r e s m a e s t r o s o s e l e c t o r e s d e m a n d o .

Son dispositivos auxiliares de mando similares a los pulsadores pero sin retroceso, su acción es instantánea tanto al cierre como en la apertura. Generalmente constituidos de dos y tres posiciones cuyo accionamiento puede realizarse por palanca, botón, llave, entre otros.

A los selectores se los designa por el número de posiciones y el número de polos o contactos. Existen por ejemplo selectores de tres posiciones y de un solo polo, de tres posiciones y tres polos. El número de polos se refiere en el presente caso al número de vías de corriente disponibles en cada posición.

Los selectores de mando generalmente son utilizados en circuitos de control donde se hace necesario seleccionar:

- M a n d o m a n u a l o m a n d o a u t o m á t i c o .
- D i r e c c i o n e s d e m o v i m i e n t o e n m e c a n i s m o s r e v e r s i b l e s , d e a r r i b a , a b a j o , a d e l a n t e , a t r á s a l a i z q u i e r d a , a l a d e r e c h a .
- V e l o c i d a d d e f u n c i o n a m i e n t o , a l t a , b a j a , o l e n t a - r á p i d a .

Estos aparatos de accionamiento manual en el mercado existen en una variedad de tipos de palancas de acondicionamiento, interruptores de pedal, combinadores de mando, entre otros, y que son utilizados para trabajos específicos por seguridad y operatividad y funcionalidad, tanto del operador como del sistema.

Interruptores de fin de carrera o interruptores de límite.

También conocidos como interruptores mecánicos de posición o simplemente "finales de carrera" son interruptores que convierten un movimiento mecánico en una señal eléctrica de control; el mismo que pueden realizar dos funciones:

- **Protección.-** Cuando un elemento mecánico trata de sobrepasar un límite de recorrido preestablecido, ordenado al paro inmediato del mecanismo y por su puesto del motor.
- **Programa.-** Una sucesión de movimientos, tales como, inversión de sentido de giro, conexión de otra máquina u otro mecanismo cuando llega a una posición determinada, usualmente lo hace abriendo un circuito de control.

Los finales de carrera comercialmente difieren unos de otros, por su forma, dimensiones, datos técnicos y por sus diversas aplicaciones. En función de las condiciones existentes del lugar de la instalación, existen los siguientes finales de carrera: tipo abierto, con un adecuado nivel de protección.

Formas y elementos de accionamiento.

En función de las formas y elementos de accionamiento los fines de carrera pueden ser:

- **Vástago sencillo de cúpula con recorrido y de vástago rodillo**, el accionamiento de los mismos se realiza en dirección al eje del vástago o perpendicular a él y no deben emplearse como tope mecánico. Requieren de lubricación permanente y las fuerzas de accionamiento son altas.
- **De palanca de rodillo**, estos tipos de interruptores se utilizan para altas velocidades de accionamiento y poseen una vida útil muy alta.
- **De palanca basculante cilíndrica** utilizados para altas velocidades de accionamiento y son muy resistentes a efectos adversos ambientales. Además su ejecución puede ser con o sin amortiguación en el punto cero.
- **De varilla elástica**, los mismos que pueden ser accionados a cualquier dirección, y deben emplearse con contactos de acción instantánea, (microinterruptores).
- **De palanca horquillada** cuyo accionamiento se realiza con enclavamiento.

La construcción y forma de funcionamiento de la máquina a ser controlada determina el tipo de accionamiento del interruptor de límite; cuyos elementos de operación pueden ser reglas, levas, puertas, palancas, entre otros. Estos elementos de operación deben estar diseñados de tal manera que sus ángulos de rodamiento al accionar y al retomar a su posición inicial de reposo no originen esfuerzos innecesarios.

Los interruptores "fin de carrera" estándar, generalmente traen dos contactos de salida, uno normalmente abierto (NA o NO) y otro normalmente cerrado (NC) los mismos que pueden ser de accionamiento instantáneo o retardado o lento.

2.3 Circuitos de potencia.

También conocido como circuito de trabajo o principal; es de representación multifilar, que muestra la fuente o red de tensión de la carga, los dispositivos de protección del circuito derivado como: cortocircuitos y/o sobrecargas, los contactos principales o polos de un contactor y el equipo o máquina eléctrica a controlar.

Se recomienda que el trazado de las líneas que representen a la alimentación principal (red monofásica o trifásica) se realice con líneas de mayor grosor.

2.4 Circuitos de mando.

Llamado también de control, es un diagrama de tipo bifilar (todo el circuito queda enmarcado entre dos líneas) que representa la alimentación de bobinas de mando de relés, contactores, lámparas de señalización, entre otros. Contiene símbolos (letras) de identificación de los equipos y aparatos eléctricos, sus componentes y conexiones. Dichos aparatos y sus terminales de conexión deben ser identificados adecuadamente. Básicamente, estos diagramas indican el principio de funcionamiento del sistema o instalación eléctrica; es decir la secuencia, el tiempo de activación de los distintos aparatos electromecánicos, la señalización y protecciones correspondientes.

En forma resumida, este circuito, incorpora a todos los elementos y aparatos de mando, maniobra y señalización, los mismos que se conectan entre sí; de manera adecuada; dentro de las dos líneas de alimentación, que pueden disponerse horizontal

o verticalmente. Algunos de estos diagramas o circuitos incluyen los. Diagramas de secuencia, que- son tablas que resumen y facilitan la interpretación de la lógica de control.

2.5 Análisis vibracional. [4]

En términos muy simples una vibración es un movimiento oscilatorio de pequeña amplitud. Todos los cuerpos presentan una señal de vibración en la cual plasman cada una de sus características. De acuerdo a esto, las máquinas presentan su propia señal de vibración y en ella se encuentra la información de cada uno de sus componentes.

2.5.1 Vibración simple.

La base principal de las señales de vibración en el dominio del tiempo son las ondas sinusoidales. Estas son las más simples y son la representación de las oscilaciones puras. Una oscilación pura puede ser representada físicamente con el siguiente experimento: Imagínese una masa suspendida de un resorte como el de la figura

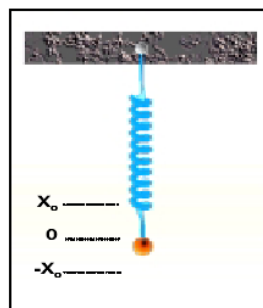


Figura 2.3: Masa suspendida de un resorte

Si esta masa es soltada desde una distancia X_0 , en condiciones ideales, se efectuará un movimiento armónico simple que tendrá una amplitud X_0 . Ahora a la masa vibrante le adicionamos un lápiz y una hoja de papel en su parte posterior, de manera que pueda marcar su posición. Si jalamos el papel con velocidad constante hacia el lado izquierdo se formará una gráfica parecida a la figura 2.3. El tiempo que tarda la masa para ir y regresar al punto X_0 siempre es constante. Este tiempo recibe el nombre de período de oscilación (medido generalmente en segundos) y significa que el resorte completó un ciclo. El recíproco del período es la frecuencia (es decir $F=1/P$) la cual generalmente es dada en Hz (Ciclos por segundo) o también Ciclos por minuto (CPM).

2.5.2 Análisis espectral.

Cuando se mide una máquina, se genera una información muy valiosa que es necesario analizar. El éxito de este análisis depende de la correcta interpretación que se le de a los espectros capturados con respecto a las condiciones de operación en que se encuentra la máquina. A continuación se muestra un esquema de cómo sería la captura de la información desde una máquina para luego ser analizada.

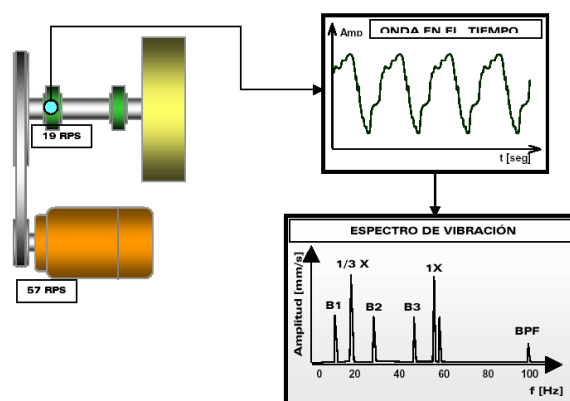


Figura 2.4: Análisis espectral

2.5.3 Desplazamiento, velocidad y aceleración.

Estas tres curvas que se muestran, proporcionan la misma información. Noten que la curva de desplazamiento es más difícil de leer en las frecuencias más altas. La curva de velocidad es la más uniforme en nivel sobre la frecuencia.

La curva de aceleración es más difícil de leer en las frecuencias más bajas. Es una buena idea seleccionar las unidades de tal manera que se obtenga la curva más plana. Eso proporciona la mayor cantidad de información visual al observador. El parámetro de vibración que se usa más comúnmente en trabajos de diagnóstico de maquinaria es la velocidad.

Desplazamiento.

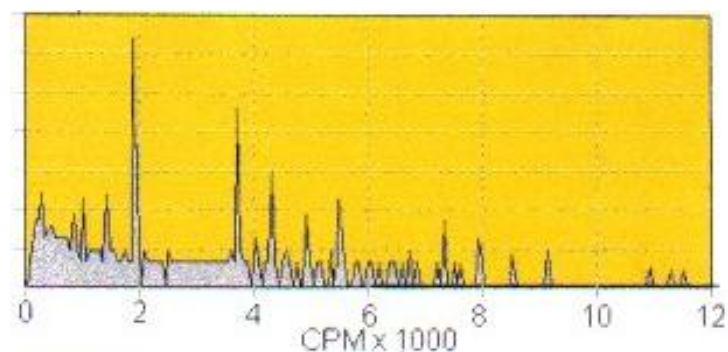


Figura 2.5: Espectro de desplazamiento

Velocidad.

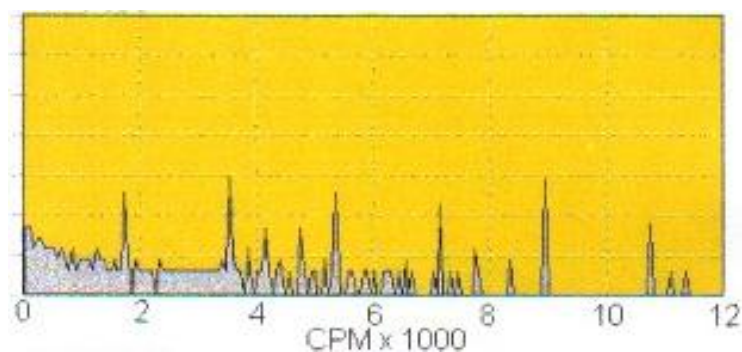


Figura 2.6: Espectro de velocidad

Aceleración.

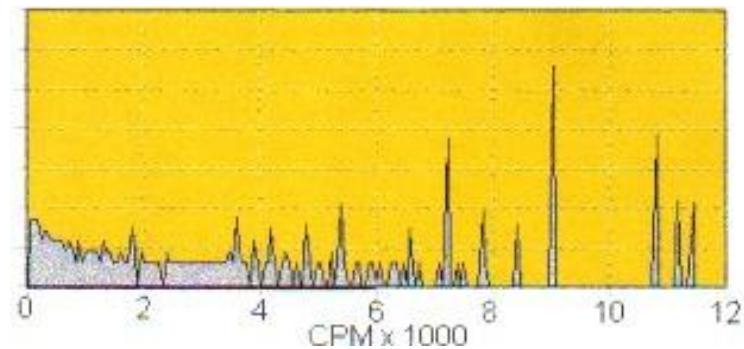


Figura 2.7: Espectro de aceleración

2.5.4 Equipos de medición de vibraciones.

La generación y transmisión de vibraciones a ser procesadas como señales eléctricas por el analizador de vibraciones requieren de transductores. Estos son de 3 tipos: de proximidad, de velocidad y de aceleración. El primero sensa directamente al rotor, los otros son de carcasa.

Transductores de proximidad.

Consisten en una bobina alrededor de un núcleo ferroso que crea un campo magnético. Se lo coloca cerca del eje, se generan corrientes inducidas que modifican la señal proporcionalmente al desplazamiento del objeto medido.

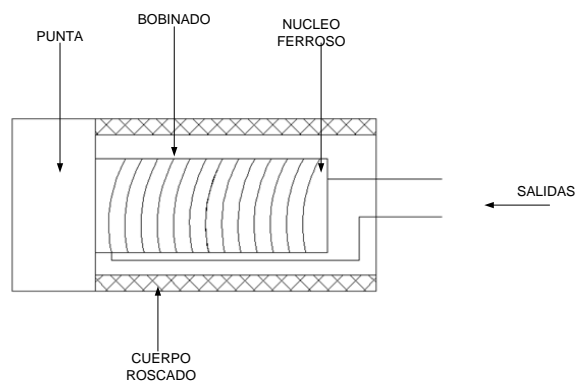


Figura 2.8: Sensor de proximidad

Es comúnmente usado en cojinetes hidrodinámicos, de baja velocidad, la medición se realiza directamente sobre el eje. Requieren calibración y una fuente externa de energía para su funcionamiento. Tienen muy buena respuesta en baja frecuencia, de 0 a 400 Hz generalmente.

Transductores de velocidad.

Está compuesto de una bobina cilíndrica y un imán permanente suspendido en resortes en la mitad en un medio fluido. Al colocarse el transductor en los soportes de rodamientos (chumaceras), la vibración transmitida produce oscilación en el magneto que induce una corriente eléctrica y diferencia de potencial en la bobina que es proporcional a la amplitud de vibración.

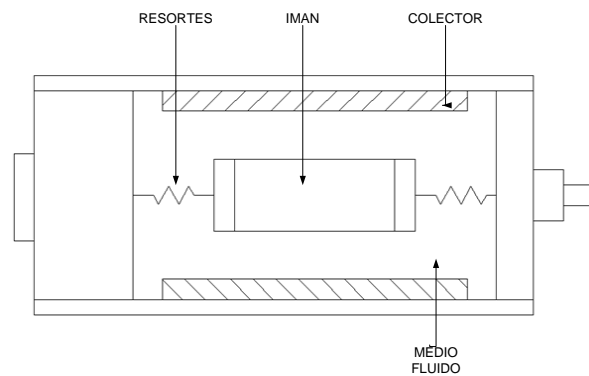


Figura 2.9: Sensor de velocidad

Es de uso muy común, especialmente para mediciones en soportes de rodamientos (chumaceras), no requiere de fuente externa. Puede tener problemas de interferencia del campo magnético. Su aplicación está especialmente en el rango de 2 Hz a 1 KHz.

Acelerómetros.

Consiste en un pedazo de cristal piezoeléctrico que se encuentra en contacto con una masa - figura 2.10 - Cuando se pone en contacto la armadura del sensor con el medio vibrante (chumaceras) la fuerza de excitación intenta deformar al cristal y este por sus propiedades piezo eléctricas genera una señal eléctrica como respuesta.

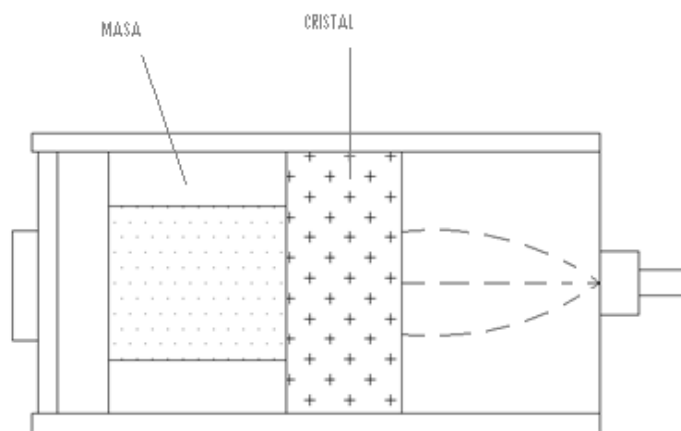


Figura 2.10: Acelerómetro

Son muy comunes, operan en una muy amplia gama de frecuencias, desde 0 hasta más de 400 KHz, son recomendables para maquinaria de alta velocidad y para detectar vibraciones de alta frecuencia en general.

Direcciones de los puntos de medición.

Para ayudar en la determinación de problemas de máquinas es muy útil obtener datos de vibración de cada punto de medición en tres direcciones. Esas direcciones se llaman Axial, Radial, y Tangencial.

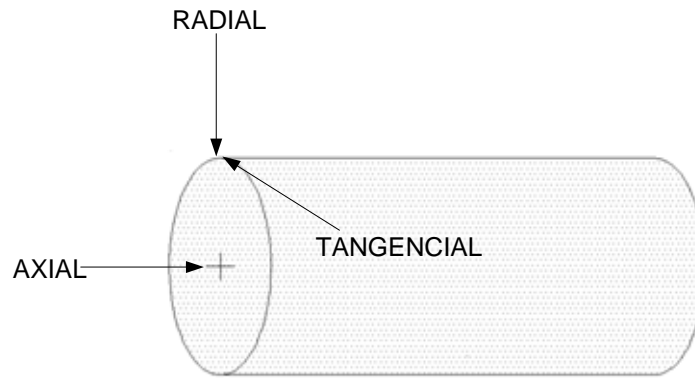


Figura 2.11: Puntos de medición

Axial es la dirección paralela a la flecha, radial es la dirección desde el transductor hacia el centro de la flecha, y tangencial es 90 grados de la radial, tangente a la flecha.

2.6 Alineamiento láser. [5]

2.6.1 Principios de funcionamiento de los equipos de alineación láser.

Este desarrollo tecnológico introduce el uso del rayo láser en el alineamiento, mediante esta técnica se solucionan los problemas mecánicos del uso de los indicadores de dial, la apreciación en este caso de 1/1 000.

La flexión de los soportes, la equivocación de signos, defectos de los acoples y ejes, son entre otros los problemas que el rayo láser soluciona. El sistema, denominado Optalign plus (Figura 2.12), consiste en reflejar un rayo desde un emisor a través de un receptor cuyo valor se transmite a un computador portátil donde los resultados son mostrados gráficamente.

La radiación láser es del mismo tipo que otras clases de luz pero con la diferencia de que es luz con solo una longitud de onda, el efecto de dispersión es insignificante y por tanto la precisión es alta.

Como atributo de la técnica podemos mencionar la rapidez, facilidad y precisión del sistema. Se considera que cualquier persona que no tiene entrenamiento especial puede ejecutar esta tarea.



Figura 2.12: Optalign plus

CAPÍTULO III

3. PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA DE LA MAQUINARIA.

El laboratorio de análisis vibracional y alineación laser de la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento cuenta con cinco máquinas para realizar pruebas, adicional a estas se implementara una más. El espacio físico e instalaciones que dispone el laboratorio se encuentra acondicionado para cierto número de maquinaria y su cimentación está diseñada para la maquinaria que posee.

A continuación se detallan las principales características y estado técnicos de la maquinaria lo cual servirá para realizar mejoras en cada uno de ellos y en su espacio físico e instalaciones de ser necesario.

3.1 Datos técnicos y parámetros de funcionamiento de la maquinaria.

3.1.1 Motor bomba.



Figura 3.1: Motor bomba

Tabla 3.1: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR BOMBA

Potencia	5 HP	Voltaje	(220/380/440) V
Intensidad	(14 / 8.11 / 7) A	Rpm	1715
Cos ϕ	0.81	Hz	60
Rendimiento	85.5 %		

Tabla 3.2: DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR BOMBA

M O T O R			
M a r c a W E G		N ú m e r o s e r i e 0 2 8 0 . 1 3 6 1	
M o d e l o Jaula de ardilla		A ñ o d e f a b r i c a c i ó n 2 0 0 6	
F e c h a d e a d q u i s i c i ó n : 2 0 0 7		F a b r i c a n t e W E G	
R p m 1 7 1 5	P o t e n c i a 5 H P		V o l t a j e (2 2 0 / 3 8 0 / 4 4 0) V
H z 6 0	I n t e n s i d a d (1 4 / 8 . 1 1 / 7) A		N ú m e r o d e f a s e s 3 ~
T i p o d e M o t o r Corriente alterna			

3.1.2 Motor acople (MAC).



Figura 3.2: Motor acople (MAC)

Tabla 3.3: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR ACOPLE

Potencia	5 HP	Voltaje	(220/440) V
Intensidad	(13 / 6.5) A	Rpm	3490
Cos ϕ	0.81	Hz	60
Rendimiento	85.5 %		

Tabla 3.4: DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR ACOPLE

MOTOR		
Marca M A C	Número serie 7 6 1 1	
Modelo T B F C	Año de fabricación X X X X	
Fecha de adquisición: 2007	Fabricante M A C	
Rpm 3490	Potencia 5 HP	Voltaje (220/440) V
Hz 60	Intensidad (13/6.5) A	Número de fases 3 ~
Tipo de Motor Corriente alterna		

3.1.3 Motor banda.

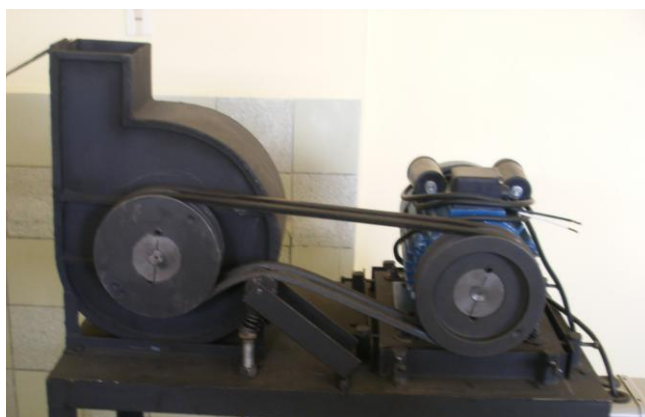


Figura 3.3: Motor banda

Tabla 3.5: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR BANDA

Potencia	3 HP	Voltaje	(110/220) V
Intensidad	(36.6/18.3) A	Rpm	1730
Cos ϕ	0.82	Hz	60
Rendimiento	75 %		

Tabla 3.6: DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR BANDA

M O T O R			
M a r c a B P		N ú m e r o s e r i e B 0 0 9	
M o d e l o Y C 1 1 2 M - 4		A ñ o d e f a b r i c a c i ó n 2 0 0 6	
F e c h a d e a d q u i s i c i ó n : 2 0 0 7		F a b r i c a n t e B P	
R p m 1 7 3 0	P o t e n c i a 3 H P		V o l t a j e (1 1 0 / 2 2 0) V
H z 6 0	I n t e n s i d a d (3 6 . 5 / 1 8 . 3) A		N ú m e r o d e f a s e s 1 ~
T i p o d e M o t o r C o r r i e n t e a l t e r n a			

3.1.4 Motor banda – eje.

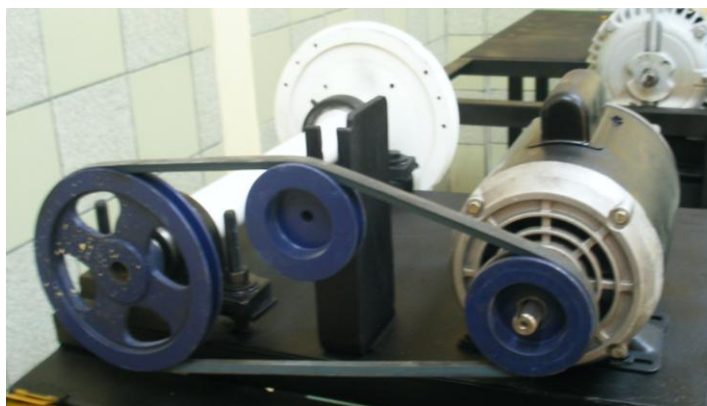


Figura 3.4: Motor banda – eje

Tabla 3.7: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR BANDA – EJE

Potencia	1 HP	Voltaje	(110/220) V
Intensidad	(14.2/7.1) A	Rpm	3520
Cos ϕ	0.75	H z	60
Rendimiento	70 %		

Tabla 3.8: DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR BANDA – EJE

MOTOR		
Marca W E G	Número serie D 5 6	
Modelo	Año de fabricación 2000	
Fecha de adquisición: 2003	Fabricante W E G	
Rpm 3520	Potencia 1 HP	Voltaje (110/220) V
H z 60	Intensidad (14.2/7.1) A	Número de fases 1 ~
Tipo de Motor Corriente alterna		

3.1.5 Motor ventilador.



Figura 3.5: Motor ventilador

Tabla 3.9: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR VENTILADOR

Potencia	$\frac{1}{4}$ HP	Voltaje	(110/220) V
Intensidad	(5.4/2.7) A	Rpm	1745
Cos φ	0.75	H z	60
Rendimiento	70 %		

Tabla 3.10: DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR VENTILADOR

MOTOR		
Marca W E G	Número serie B 48	
Modelo	Año de fabricación 2005	
Fecha de adquisición: 2007	Fabricante W E G	
Rpm 1745	Potencia $\frac{1}{4}$ HP	Voltaje (110/220) V
H z 60	Intensidad (5.4/2.7) A	Número de fases 1 ~
Tipo de Motor Corriente alterna		

3.1.6 Motor acople.

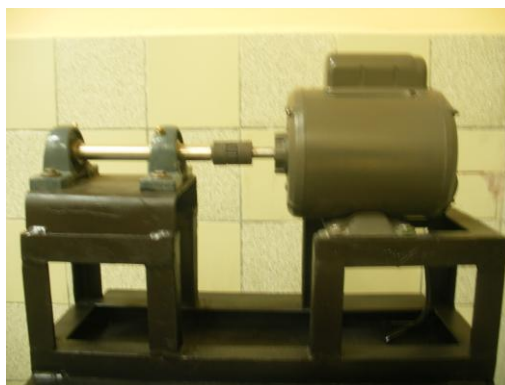


Figura 3.6: Motor acople (W E G)

Tabla 3.11: PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO MOTOR ACOPLÉ

Potencia	$\frac{1}{4}$ HP	Voltaje	(110/220) V
Intensidad	(5.4/2.7) A	Rpm	1745
$\cos \varphi$	0.75	Hz	60
Rendimiento	70 %		

Tabla 3.12: DATOS CARACTERÍSTICOS MOTOR ACOPLÉ

M O T O R			
M a r c a : W E G		N ú m e r o s e r i e : B 4 8	
M o d e l o		A ñ o d e f a b r i c a c i ó n 2 0 0 5	
F e c h a d e a d q u i s i c i ó n : 2 0 0 7		F a b r i c a n t e W E G	
R p m 1 7 4 5	P o t e n c i a ¼ H P		V o l t a j e (1 1 0 / 2 2 0) V
H z 6 0	I n t e n s i d a d (5 . 4 / 2 . 7) A		N ú m e r o d e f a s e s 1 ~
T i p o d e M o t o r C o r r i e n t e a l t e r n a			

3.2 Análisis del estado actual del laboratorio.



Figura 3.7: Laboratorio Inicial

3.2.1 Evaluación del estado técnico de la maquinaria.

Tabla 3.13: EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR BOMBA

M Á Q U I N A : M O T O R B O M B A			
M A R C A : W E G		Responsable del mantenimiento:	
C ó d i g o t é c n i c o :		Significado:	
C ó d i g o a c t i v o f i j o :		Significado:	
M a n u a l e s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :		P l a n o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :	R e p u e s t o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :
Datos de placa: R P M = 1715 H P = 5 V = 220/380/440 H Z = 60			
Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o
Estado del anclaje	_____	_____	_____
Estado de la carcasa	_____	_____	<u> X </u>
Mecanismos de la bomba	_____	_____	<u> X </u>
Conexiones eléctricas	_____	<u> X </u>	_____
Lubricación	_____	<u> X </u>	_____
Acople	_____	_____	<u> X </u>
Conclusión: B U E N O			

Tabla 3.14: EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR ACOPLE

M Á Q U I N A : M O T O R A C O P L E			
M A R C A : M A C		Responsable del mantenimiento:	
C ó d i g o t é c n i c o :		Significado:	
C ó d i g o a c t i v o f i j o :		Significado:	
M a n u a l e s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :		P l a n o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :	R e p u e s t o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :
Datos de placa: R P M = 3 4 9 0 H P = 5 V = 2 2 0 / 4 4 0 H Z = 6 0			
Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o
Estado del anclaje	_____	_____	_____
Estado de la carcasa	_____	<u>X</u>	_____
Estado de chumaceras	_____	<u>X</u>	_____
Conexiones eléctricas	_____	<u>X</u>	_____
Lubricación	_____	<u>X</u>	_____
Acople	_____	_____	<u>X</u>
Conclusión: R E G U L A R			

Tabla 3.15: EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR BANDA

M Á Q U I N A : M O T O R B A N D A																															
M A R C A : B P		Responsable del mantenimiento:																													
C ó d i g o t é c n i c o :		Significado:																													
C ó d i g o a c t i v o f i j o :		Significado:																													
M a n u a l e s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :		Planos : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :	Repuestos : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :																												
Datos de placa: R P M = 1730 H P = 3 V = 110/220 H Z = 60																															
<table border="0"> <thead> <tr> <th>Estado técnico:</th> <th>M a l o</th> <th>R e g u l a r</th> <th>B u e n o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estado del anclaje</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Estado de la carcasa</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Estado de las bandas</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Conexiones eléctricas</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Lubricación</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Templador de bandas</td> <td><u> X </u></td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </tbody> </table>				Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o	Estado del anclaje	_____	_____	_____	Estado de la carcasa	_____	_____	<u> X </u>	Estado de las bandas	_____	_____	<u> X </u>	Conexiones eléctricas	_____	_____	<u> X </u>	Lubricación	_____	_____	<u> X </u>	Templador de bandas	<u> X </u>	_____	_____
Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o																												
Estado del anclaje	_____	_____	_____																												
Estado de la carcasa	_____	_____	<u> X </u>																												
Estado de las bandas	_____	_____	<u> X </u>																												
Conexiones eléctricas	_____	_____	<u> X </u>																												
Lubricación	_____	_____	<u> X </u>																												
Templador de bandas	<u> X </u>	_____	_____																												
Conclusión: B U E N O																															

Tabla 3.16: EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR BANDA – EJE

M Á Q U I N A : M O T O R B A N D A – E J E																											
M A R C A : W E G		R e s p o n s a b l e d e l m a n t e n i m i e n t o :																									
C ó d i g o t é c n i c o :		S i g n i f i c a d o :																									
C ó d i g o a c t i v o f i j o :		S i g n i f i c a d o :																									
M a n u a l e s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : S i g n i f i c a d o :		P l a n o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : S i g n i f i c a d o :	R e p u e s t o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : S i g n i f i c a d o :																								
Datos de placa: R P M = 3 5 2 0 H P = 1 V = 1 1 0 / 2 2 0 H Z = 6 0																											
<table border="0"> <thead> <tr> <th>Estado técnico:</th> <th>M a l o</th> <th>R e g u l a r</th> <th>B u e n o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estado del anclaje</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Estado de la carcasa</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Estado de bandas y poleas</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Conexiones eléctricas</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Lubricación</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> </tbody> </table>				Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o	Estado del anclaje	_____	_____	_____	Estado de la carcasa	_____	<u> X </u>	_____	Estado de bandas y poleas	_____	_____	<u> X </u>	Conexiones eléctricas	_____	<u> X </u>	_____	Lubricación	_____	_____	<u> X </u>
Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o																								
Estado del anclaje	_____	_____	_____																								
Estado de la carcasa	_____	<u> X </u>	_____																								
Estado de bandas y poleas	_____	_____	<u> X </u>																								
Conexiones eléctricas	_____	<u> X </u>	_____																								
Lubricación	_____	_____	<u> X </u>																								
Conclusión: B U E N O																											

Tabla 3.17: EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR VENTILADOR

M Á Q U I N A : M O T O R V E N T I L A D O R																							
M A R C A : M A C		R e s p o n s a b l e d e l m a n t e n i m i e n t o :																					
C ó d i g o t é c n i c o :		S i g n i f i c a d o :																					
C ó d i g o a c t i v o f i j o :		S i g n i f i c a d o :																					
M a n u a l e s : S I _ _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : S i g n i f i c a d o :		P l a n o s : S I _ _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : S i g n i f i c a d o :	R e p u e s t o s : S I _ _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : S i g n i f i c a d o :																				
D a t o s d e p l a c a : R P M = 1 7 4 5 H P = ¼ V = 1 1 0 / 2 2 0 H Z = 6 0																							
<table border="0"> <thead> <tr> <th>Estado técnico:</th> <th>M a l o</th> <th>R e g u l a r</th> <th>B u e n o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estado del anclaje</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Estado de la carcasa</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Conexiones eléctricas</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Lubricación</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> </tbody> </table>				Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o	Estado del anclaje	_____	_____	_____	Estado de la carcasa	_____	_____	<u> X </u>	Conexiones eléctricas	_____	_____	<u> X </u>	Lubricación	_____	_____	<u> X </u>
Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o																				
Estado del anclaje	_____	_____	_____																				
Estado de la carcasa	_____	_____	<u> X </u>																				
Conexiones eléctricas	_____	_____	<u> X </u>																				
Lubricación	_____	_____	<u> X </u>																				
C o n c l u s i ó n : B U E N O																							

Tabla 3.18: EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO MOTOR ACOPLE

M Á Q U I N A : M O T O R A C O P L E																											
M A R C A : W E G		Responsable del mantenimiento:																									
C ó d i g o t é c n i c o :		Significado:																									
C ó d i g o a c t i v o f i j o :		Significado:																									
M a n u a l e s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :	P l a n o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :	R e p u e s t o s : S I _ _ _ N O _ _ <u>X</u> _ _ C ó d i g o : Significado :																									
Datos de placa: R P M = 1745 H P = ¼ V = 110/220 H Z = 60																											
<table> <thead> <tr> <th>Estado técnico:</th> <th>M a l o</th> <th>R e g u l a r</th> <th>B u e n o</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Estado del anclaje</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td>Estado de la carcasa</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Conexiones eléctricas</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Lubricación</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> <tr> <td>Acople</td> <td>_____</td> <td>_____</td> <td><u> X </u></td> </tr> </tbody> </table>				Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o	Estado del anclaje	_____	_____	_____	Estado de la carcasa	_____	_____	<u> X </u>	Conexiones eléctricas	_____	_____	<u> X </u>	Lubricación	_____	_____	<u> X </u>	Acople	_____	_____	<u> X </u>
Estado técnico:	M a l o	R e g u l a r	B u e n o																								
Estado del anclaje	_____	_____	_____																								
Estado de la carcasa	_____	_____	<u> X </u>																								
Conexiones eléctricas	_____	_____	<u> X </u>																								
Lubricación	_____	_____	<u> X </u>																								
Acople	_____	_____	<u> X </u>																								
Conclusión: B U E N O																											

3.2.2 Evaluación de la infraestructura e instalaciones.

Tabla 3.19: EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES

INFRAESTRUCTURA E INSTALACIONES			
UBICACIÓN:			
FACULTAD MECÁNICA - CAB			
Código técnico:	Significado:		
Código activo fijo:	Significado:		
PLANOS			
CIVIL: SI __ NO <u>X</u> Código: Significado:	ARQUITECTÓNICO: SI ___ NO <u>X</u> Código: Significado:	ELÉCTRICO: SI ___ NO <u>X</u> Código: Significado:	
DIMENSIONES: LARGO = 5.75 m ANCHO = 4.65 m ALTO = 3.0 m AREA = 26.74 m ²			
Estado técnico:	Malo	Regular	Bueno
Cimentación	_____	_____	<u>X</u>
Iluminación	_____	<u>X</u>	_____
Tuberías	<u>X</u>	_____	_____
Conexiones eléctricas	<u>X</u>	_____	_____
Estado de las paredes	_____	_____	<u>X</u>
Conclusión: REGULAR			

3.2.3 Análisis de resultados del estado actual del laboratorio.

De acuerdo al estado técnico de la maquinaria se determinó que la mayoría presenta buenas condiciones, no obstante, para su funcionamiento poseen varias deficiencias como son: anclaje, protecciones de seguridad (maquina - persona), etc.

Referente al estado de la infraestructura e instalaciones del laboratorio presentó un estado regular debido:

- Mala selección de tubería para cableado.
- No existe alimentación de la red eléctrica
- No posee conexiones eléctricas interna.
- Iluminación inadecuada.

En base a estos factores se realizarán los cambios necesarios para que el laboratorio quede en condiciones óptimas para su utilización.

3.3 Diagrama de disposición del laboratorio.

El laboratorio se encuentra ubicado en la facultad Mecánica, en el edificio CAB. Cuenta con un área de 26.74 m^2 , contando con un área para la disposición de las maquinas de 13.37 m^2 , en la que se distribuirán siete equipos con su respectivo espacio de circulación.

3.3.1 Ubicación del laboratorio.



MANZANA 120	
06	En Construcción
07	Aula de Ingeniería Industrial
08	En Construcción
09	Taller de CEDICOM
10	Aulas Facultad de Mecánica CAB
11	Aulas Facultad de Mecánica

Figura 3.8: Ubicación del laboratorio

3.3.2 Plano de distribución de planta de la maquinaria.

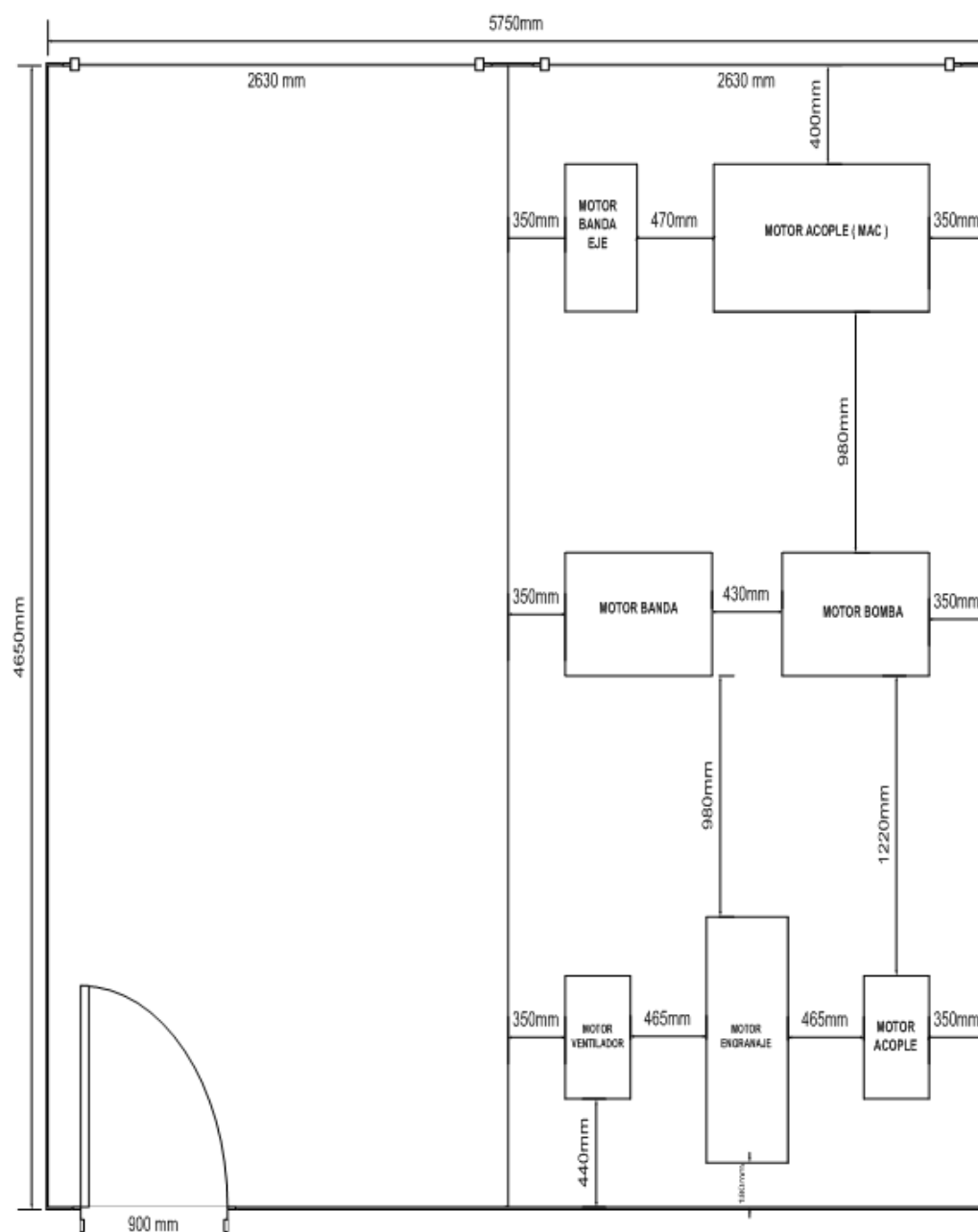


Figura 3.9: Plano de distribución

CAPÍTULO IV

4. INSTALACIÓN Y DISEÑO DE LOS SISTEMAS ALIMENTACIÓN, MANDO, POTENCIA, SEGURIDAD Y REACONDICIONAMIENTO DE LA MAQUINARIA.

El laboratorio está constituido por cinco bancos de prueba, los mismos que se componen de cinco motores de diferente tipo, los cuales se identificaron en el capítulo anterior. Los motores no estarán expuestos a carga alguna en el momento del arranque por lo cual se procederá a realizar un arranque directo, el diseño parte de la red de tensión que en nuestro caso es una red trifásica, para lo cual será necesario protecciones contra cortocircuitos, corrientes de sobrecarga, y un sistema de accionamiento.

4.1 Diseño de los circuitos de potencia.

Para las maquinas: Motor Acople (MAC) y Motor bomba (WEG) tendrán el siguiente circuito de potencia.

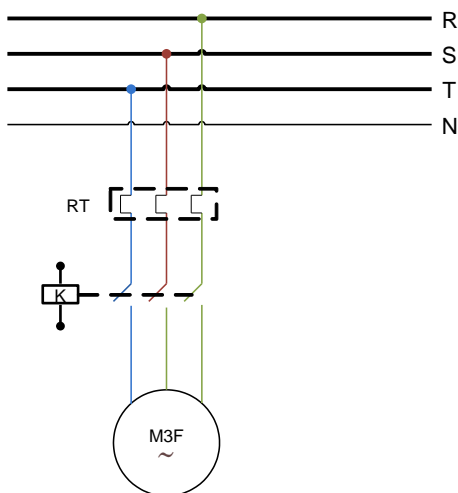


Figura 4.1: Circuito de potencia para los motores trifásico

Para las maquinas: M otor A cople (W E G), M otor V entilador (W E G), M otor banda (B P) tendrán el siguiente circuito de potencia.

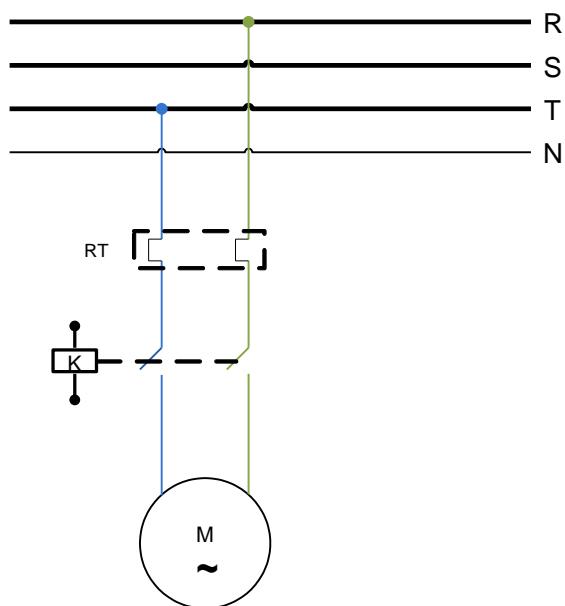


Figura 4.2: Circuito de potencia para los motores monofásicos

4.2 Diseño de los circuitos de mando.

Primeramente, este circuito se compone de la red de alimentación bifilar, pulsadores tanto de paro como de arranque, protecciones y el contactor como elemento principal.

El funcionamiento empieza al pulsar **P1** excitando la bobina del contactor **K** a la vez se produce el enclavamiento del contacto auxiliar **K** con lo cual queda activado permanente la bobina del contactor **K**. Para desactivar el circuito se pulsa **P0**. El circuito está protegido con un relé térmico de sobrecarga que desactivara automáticamente el circuito. Además posee una protección contra corrientes de cortocircuito **F**.

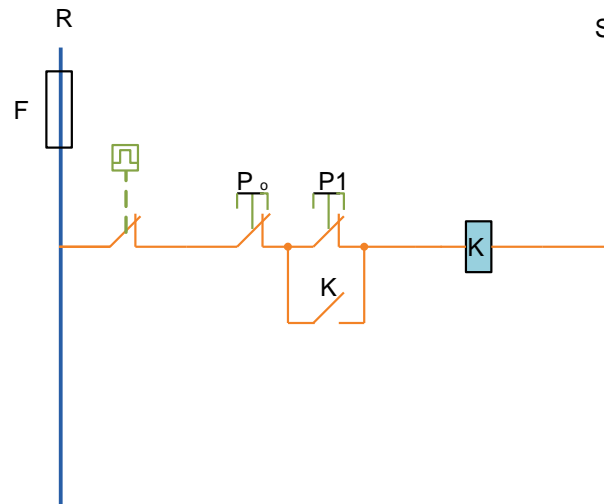


Figura 4.3: Circuito de mando

4.3 Diseño de los circuitos de protección eléctrica.

El funcionamiento empieza al pulsar **P1** excitando la bobina del contactor **K**, si y solo si el contacto **Fc** se encuentra cerrado produciendo el enclavamiento del contacto auxiliar **K** con lo cual queda activado permanente la bobina del contactor **K**.

Para desactivar el circuito se pulsa **P0**. El circuito está protegido con un relé térmico de sobrecarga que desactivara automáticamente el circuito. Además posee una protección contra corrientes de cortocircuito **F**. En caso que **Fc** no esté cerrado, para que funcione el circuito se deberá pulsar **P2**.

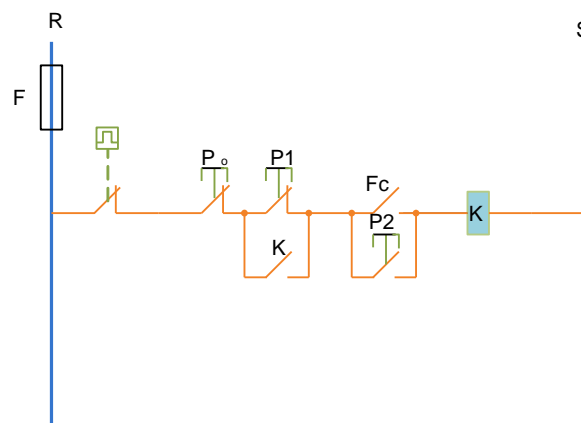


Figura 4.4: Circuito de seguridad

4.4 Cálculo de la sección de conductores.

M O T O R M A C Y W E G 5 H P 3 F A S E S

D a t o s

$$P = 5 \text{ HP}$$

$$\cos \varphi = 0.85$$

$$\eta = 80\%$$

$$V_L = 220 \text{ V}$$

$$P_{ELEC} = \frac{P_{MEC}}{\eta}$$

$$P_{ELEC} = \frac{5 \times 746 \text{ W}}{0.8}$$

$$P_{ELEC} = 4662.5 \text{ W}$$

$$I_N = \frac{P_{ELEC}}{\sqrt{3} V_L \cos \varphi}$$

$$I_N = \frac{4662.5 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 220 \text{ V} \times 0.85}$$

$$I_N = 14.40 \text{ A}$$

$$Q = \sqrt{3} \times I_N \times V_L \times \sin \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \times 14.4 \text{ A} \times 220 \text{ V} \times 0.53$$

$$Q = 2908.2$$

M O T O R B P 3 H P 2 F A S E S

D a t o s

$$P = 3 \text{ HP}$$

$$\cos \varphi = 0.82$$

$$\eta = 75\%$$

$$V_L = 220 \text{ V}$$

$$P_{ELEC} = \frac{P_{MEC}}{\eta}$$

$$P_{ELEC} = \frac{3 \times 746W}{0.75}$$

$$P_{ELEC} = 2984 W$$

$$I_N = \frac{P_{ELEC}}{V_L \cos \varphi}$$

$$I_N = \frac{2984 W}{220V \times 0.82}$$

$$I_N = 16.54 A$$

$$Q = I_N \times V_L \times \sin \varphi$$

$$Q = 16.54 A \times 220 V \times 0.57$$

$$Q = 2074.12$$

M O T O R W E G 1 H P 2 F A S E S

D a t o s

$$P = 1HP$$

$$\cos \varphi = 0.75$$

$$\eta = 70\%$$

$$V_L = 220 V$$

$$P_{ELEC} = \frac{P_{MEC}}{\eta}$$

$$P_{ELEC} = \frac{1 \times 746W}{0.70}$$

$$P_{ELEC} = 1065.7 W$$

$$I_N = \frac{P_{ELEC}}{V_L \cos \varphi}$$

$$I_N = \frac{1065.7 W}{220V \times 0.75}$$

$$I_N = 6.46 A$$

$$Q = I_N \times V_L \times \sin \varphi$$

$$Q = 6.46 A \times 220 V \times 0.66$$

$$Q = 937.99$$

M O T O R W E G ¼ H P 2 F A S E S

D a t o s

$$P = \frac{1}{4} HP$$

$$COS \varphi = 0.75$$

$$\eta = 70\%$$

$$V_L = 220 V$$

$$P_{ELEC} = \frac{P_{MEC}}{\eta}$$

$$P_{ELEC} = \frac{0.25 \times 746W}{0.70}$$

$$P_{ELEC} = 266.42 W$$

$$I_N = \frac{P_{ELEC}}{V_L COS \varphi}$$

$$I_N = \frac{266.42 W}{220V \times 0.75}$$

$$I_N = 1.6 A$$

$$Q = I_N \times V_L \times SEN \varphi$$

$$Q = 1.6 A \times 220 V \times 0.66$$

$$Q = 232.32$$

P o t e n c i a a c t i v a t o t a l

$$P_T = P_{M1} + P_{M2} + P_{M3} + P_{M4} + P_{M5} + P_{M6} + P_{M7}$$

$$P_T = 4662.5W + 4662.5W + 2984W + 1065.7W + 1065.7W + 266.4W + 266.4W$$

$$P_T = 14973.2 W$$

P o t e n c i a r e a c t i v a t o t a l

$$Q_T = Q_{M1} + Q_{M2} + Q_{M3} + Q_{M4} + Q_{M5} + Q_{M6} + Q_{M7}$$

$$Q_T = 2908.2VAR + 2908.2VAR + 2074.1VAR + 937.9VAR + 937.9VAR + 232.32VAR + 232.32VAR$$

$$Q_T = 10230.9VAr$$

Potencia Aparente Total

$$S_T = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2}$$

$$S_T = \sqrt{(14973.2\text{ w})^2 + (10230.9VAr)^2}$$

$$S_T = 18134.7VA$$

Intensidad de Línea Total

$$S_T = \sqrt{3}V_L I_L$$

$$I_T = \frac{S_T}{\sqrt{3}V_L}$$

$$I_T = \frac{18134.7VA}{\sqrt{3} \times 220V}$$

$$I_T = 47.59A$$

Factor de simultaneidad= 1

Caída de tensión

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_T \times (Rc \times L)$$

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 47.59 \times (2.11 \times 55/1000)$$

$$\Delta V = 9.56V$$

Porcentaje de caída de tensión

$$\%V = \frac{\Delta V}{V_L} \times 100\%$$

$$\%V = \frac{9.56V}{220V} \times 100\%$$

$$\%V = 4.3\%$$

El calibre recomendado **8 A W G T H H N** (para la acometida) según la tabla B1 del anexo B.

4.5 Cálculo de los disyuntores.

4.5.1 Disyuntor grupo 1.

Intensidad nominal del motor M A C 5 H P

$$I_N = 14.40 A$$

Intensidad nominal del motor W E G 1 H P

$$I_N = 6.46 A$$

Intensidad nominal del conjunto

$$I_N = 20.86 A$$

$$I_B = 1.5 \times 20.86 A$$

$$I_B = 31.29 A$$

$$I_B \approx 40 A$$

El disyuntor que se va a utilizar en este conjunto es de tres polos de 40 A

4.5.2 Disyuntor grupo 2.

Intensidad nominal del motor W E G 5 H P

$$I_N = 14.40 A$$

Intensidad nominal del motor B P 3 H P

$$I_N = 16.54 A$$

Intensidad nominal del conjunto

$$I_N = 30.94 A$$

$$I_B = 1.5 \times 30.94 A$$

$$I_B = 46.41 A$$

$$I_B \approx 50 A$$

El disyuntor que se va a utilizar en este conjunto es de tres polos de 60 A

4.5.3 Disyuntor grupo 3.

Intensidad nominal del motor WEG ¼ HP

$$I_N = 1.6 A$$

Intensidad nominal del motor WEG ¼ HP

$$I_N = 1.6 A$$

Intensidad nominal del motor WEG 1 HP

$$I_N = 6.46 A$$

Intensidad nominal del conjunto

$$I_N = 9.66 A$$

$$I_B = 1.5 \times 9.66 A$$

$$I_B = 14.49 A$$

$$I_B \approx 20 A$$

El disyuntor que se va a utilizar en este conjunto es de dos polos de 20 A.

4.6 Selección de contactores.

MOTOR MAC 5HP 3 FASES

Datos

$$P = 5 HP$$

$$V_L = 220 \text{ V}$$

$$I_N = 14.40 \text{ A}$$

1. Tiempo de circulación de corriente a través de los contactos principales.

- Horas Clase= 1 Hora con 50 minutos.

2. El tipo o clase de motor.

- Motor trifásico jaula de ardilla.

3. El arranque más conveniente.

- Arranque directo

En función a las características técnicas y parámetros de funcionamiento del equipo el contactor seleccionado es: C1- D25. De acuerdo a la tabla A2 del anexo A.

M O T O R W E G 5 H P 3 F A S E S

Datos

$$P = 5 \text{ HP}$$

$$V_L = 220 \text{ V}$$

$$I_N = 14.40 \text{ A}$$

1. Tiempo de circulación de corriente a través de los contactos principales.

- Horas Clase= 1 Hora con 50 minutos.

2. El tipo o clase de motor.

- Motor trifásico jaula de ardilla.

3. El arranque más conveniente.

- Arranque directo

En función a las características técnicas y parámetros de funcionamiento del equipo el contactor seleccionado es: C1- D25. De acuerdo a la tabla A2 del anexo A.

M O T O R B P 3 H P 2 F A S E S

D a t o s

$$P = 3 \text{ HP}$$

$$V_L = 220 \text{ V}$$

$$I_N = 16.54 \text{ A}$$

1. Tiempo de circulación de corriente a través de los contactos principales.

- Horas Clase= 1 Hora con 50 minutos.

2. El tipo o clase de motor.

- Motor monofásico.

En función a las características técnicas y parámetros de funcionamiento del equipo el contactor seleccionado es: C1- D25. De acuerdo a la tabla A1 del anexo A.

M O T O R W E G 1 H P 2 F A S E S

D a t o s

$$P = 1 \text{ HP}$$

$$V_L = 220 \text{ V}$$

$$I_N = 6.46 \text{ A}$$

1. Tiempo de circulación de corriente a través de los contactos principales.

- Horas Clase= 1 Hora con 50 minutos.

2. El tipo o clase de motor.

- M o t o r m o n o f á s i c o .

En función a las características técnicas y parámetros de funcionamiento del equipo el contactor seleccionado es: C1-D12. De acuerdo a la tabla A1 del anexo A.

M O T O R W E G ¼ H P 2 F A S E S

D a t o s

$$P = \frac{1}{4} HP$$

$$V_L = 220 V$$

$$I_N = 1.6 A$$

1. Tiempo de circulación de corriente a través de los contactos principales.

- H o r a s C l a s e = 1 H o r a c o n 50 m i n u t o s .

2. El tipo o clase de motor.

- M o t o r m o n o f á s i c o .

En función a las características técnicas y parámetros de funcionamiento del equipo el contactor seleccionado es: C1-D09. De acuerdo a la tabla A1 del anexo A.

4.7 Selección del relé de protección contra sobrecarga.

M O T O R M A C 5 H P 3 F A S E S

I n t e n s i d a d n o m i n a l

$$I_N = 14.40 A$$

Intensidad del relé

$$I_{RT} = 1.25 \times I_N$$

$$I_{RT} = 1.25 \times 14.40A$$

$$I_{RT} = \mathbf{18.0A}$$

En función de la intensidad calculada el relé térmico a utilizar y recomendado por el fabricante es: RT1T (17.5-22). De acuerdo a la tabla A2 del anexo A.

MOTOR WEG 5HP 3 FASES**Intensidad nominal**

$$I_N = 14.40A$$

Intensidad del relé

$$I_{RT} = 1.25 \times I_N$$

$$I_{RT} = 1.25 \times 14.40A$$

$$I_{RT} = \mathbf{18.0A}$$

En función de la intensidad calculada el relé térmico a utilizar y recomendado por el fabricante es: RT1T (17.5-22). De acuerdo a la tabla A2 del anexo A.

MOTOR BP 3HP 2 FASES**Intensidad nominal**

$$I_N = 16.54A$$

Intensidad del relé

$$I_{RT} = 1.25 \times I_N$$

$$I_{RT} = 1.25 \times 16.54A$$

$$I_{RT} = \mathbf{20.675A}$$

En función de la intensidad calculada el relé térmico a utilizar y recomendado por el fabricante es: RT1V (25 - 32). De acuerdo a la tabla A1 del anexo A.

M O T O R W E G 1 H P 2 F A S E S

Intensidad nominal

$$I_N = 6.46 A$$

Intensidad del relé

$$I_{RT} = 1.25 \times I_N$$

$$I_{RT} = 1.25 \times 6.46 A$$

$$I_{RT} = \mathbf{8.075 A}$$

En función de la intensidad calculada el relé térmico a utilizar y recomendado por el fabricante es: RT1M (6 - 9). De acuerdo a la tabla A1 del anexo A.

M O T O R W E G ¼ H P 2 F A S E S

Intensidad nominal

$$I_N = 1.6 A$$

Intensidad del relé

$$I_{RT} = 1.25 \times I_N$$

$$I_{RT} = 1.25 \times 1.6 A$$

$$I_{RT} = \mathbf{2 A}$$

En función de la intensidad calculada el relé térmico a utilizar y recomendado por el fabricante es: RT1K (2.5 - 4). De acuerdo a la tabla A1 del anexo A.

4.8 Armado de la caja de control y distribución.



Figura 4.5: Caja de distribución

4.8.1 Colocación de la caja.

- Identificar el espacio para la caja
- Trazado del cuadro.
- Picar y limpiar el espacio trazado.
- Colocación de mangueras para cableado.
- Cortar con un formón los espacios de entrada (nervios).
- Colocación y empotrado de la caja.

4.8.2 Distribución y fijación de mecanismos.

- Fijación de los disyuntores
- Realizar instalación del cuadro.
- Colocar la tapa frontal de la caja.

Materiales

- Disyuntor 3 polos S Q U A R E D – 60 A
- Disyuntor 3 polos S Q U A R E D - 40 A
- Disyuntor 2 polos S Q U A R E D - 20
- Caja térmica trifásica S Q U A R E D
- Una libra de Guaípe
- Cable # 6 T H H N
- Cable # 8 T H
- Cable # 10
- Lápiz

- Brocha

Herramientas

- Destornilladores (plano, estrella).
- Cortadora de cable.
- Martillo.
- Formón.
- Flexómetro.
- Escuadra.
- Pinza
- Alicates

4.9 Reacondicionamiento de la maquinaria.

El estado técnico que se realizó anteriormente, presentó que la maquinaria estaba en buen estado, si embargo, la maquinaria no estaba apta para ser utilizada ya que no prestaba las condiciones de seguridad necesaria (maquina- persona).

Las tareas realizadas en cada uno de los equipos para su mejoramiento son las siguientes:

4.9.1 Motor acople (M A C).

Este conjunto presentó las siguientes deficiencias:

- Protecciones

- Bases para anclaje
- Mecanismo de bandas – poleas
- Sistema de mando, potencia y seguridad
- Acabados superficiales (pintura).

Protecciones.



Figura 4.6: Guarda del motor acople

Procedimiento

- | | |
|----------|-----------|
| • Medir | • Soldar |
| • Cortar | • Amolar |
| • doblar | • colocar |

Herramientas Y Equipos

- | | |
|--------------|-------------|
| • Flexómetro | • Martillo |
| • Escuadra | • Soldadora |
| • Amoladora | |
| • Dobladora | |

M a t e r i a l e s

- U n L á p i z
- U n D i s c o d e c o r t e
- U n d i s c o d e d e s b a s t e
- D o s G a f a s
- D o s p a r e s d e G u a n t e s
- U n a l i b r a d e G u a i p e
- U n a l i b r a d e E l e c t r o d o s
E 6 0 1 1
- U n F o r m ó n
- C e p i l l o d e a c e r o
- D o s b i s a g r a s
- U n a m a n i j a
- 2 c l a v i j a s

B a s e s p a r a a n c l a j e .



Figura 4.7: Base para anclaje motor acople (M A C)

P r o c e d i m i e n t o

- M e d i r
- C o r t a r
- S o l d a r
- A m o l a r

Herramientas y equipos

- Flexómetro
- Martillo
- Taladro
- Sierra
- Escuadra
- Soldadora
- Alicates
- Amoladora
- Tornillo de banco

Materiales

- Una broca de acero $\frac{1}{2}$
- Una tiza
- $\frac{1}{4}$ libra de guaípe
- 50 cm Lámina de acero
- $\frac{1}{2}$ libra Electrodo E 6011
- Un Disco de desbaste

Mecanismo de banda - polea.



Figura 4.8: Mecanismo banda - polea motor acople (M A C)

Procedimiento

- Medir
- Cortar
- Amolar
- Colocar bases



Figura 4.9: Motor M A C

- Medir
- Cortar
- Soldar
- Amolar
- Colocar el motor W E G
- Ubicar bandas
- Limpiar

Herramientas y equipos

- | | |
|--------------|------------|
| • Flexómetro | • Martillo |
| • Amoladora | • Pinza |
| • Soldadora | • Alicates |



Figura 4.10: Motor W E G

- Nivel
- Escuadra
- Taladro

Materiales

- Un disco de desbaste
- Un Disco de corte
- Cepillo de cero
- Dos Tubo cuadrado
- 1/2 libra de Electrodo s
- Un Lá piz
- Una libra de gua ipe
- Tres Lija
- Un par guantes
- Cuatro Pernos 5/16

E 6011

Sistema de mando, potencia, seguridad.

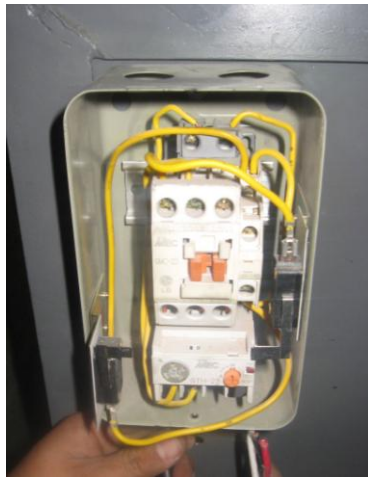


Figura 4.11: Sistema de mando, potencia



Figura 4.12: Sistema de seguridad

Procedimiento

- Diseñar circuito
- Parámetros de funcionamiento de la maquinaria

- Seleccionar elementos
- Instalar
- Colocar en la maquinaria

Herramientas y equipos.

- | | |
|------------------------------|------------------|
| • Un Destornillador plano | • Una llave # 11 |
| • Un Destornillador estrella | • Un taladro |
| • Un Estilete | • Pinza |
| • Una Computadora | |

Materiales.

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| • Una broca | • Un rele térmico (0 – 9)A |
| • ½ metros de cable #16 flexible | • Una Caja |
| • 1 metros de cable # 14 Sólido | • Un micro switch (Final de carrera) |
| • Cuatro Tornillos | • Un pulsador |
| • Un Contactor GL | |

Acabados superficiales.

Procedimiento.

- Lijar
- Limpiar
- Pintar

Herramientas y equipos.

- Compresor
- Espátula
- Soplete
- Pinza

Materiales.

- ½ litro de pintura
- Una cinta adhesiva
- Una Brocha
- Lija
- ¼ Lbs. Periódico

4.9.2 Motor Banda.



Figura 4.13: Motor banda

Este conjunto presentó las siguientes deficiencias:

- Protecciones
- Templador de banda
- Sistema de potencia y seguridad

Protecciones.

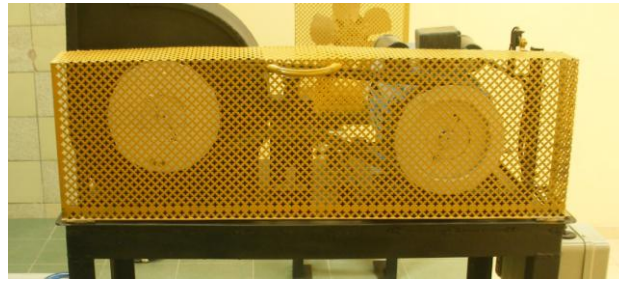


Figura 4.14: Guarda del motor banda

Procedimiento.

- Medir
- Cortar
- doblar
- Soldar
- Amolar
- limpiar
- colocar

Herramientas y equipos.

- Flexómetro
- Escuadra
- Amoladora
- Tornillo de banco
- Dobladora
- Martillo
- Soldadora

Materiales.

- Un Lápiz
- Un Disco de corte
- Un disco de desbaste
- Dos Gafas

- Dos pares de Guantes
- Una libra de Guaípe
- Una libra de Electrodos E 6011
- Un Formón
- Un Cepillo de acero
- Dos bisagras
- Una manija
- Dos Clavijas

Templador de banda.

Procedimiento.

- | | |
|-----------|--------------------|
| • Diseñar | • Soldar |
| • Medir | • Amolar |
| • Cortar | • Limpiar y pintar |

Herramientas y equipos.

- | | |
|--------------|---------------------|
| • Soldadora | • Martillo |
| • Amoladora | • Tornillo de banco |
| • Sierra | • Taladro |
| • Flexómetro | • Soplete |
| • Alicates | • compresor |

Materiales

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| • ½ libra de electrodos E 6011 | • Un disco de desbaste |
|--------------------------------|------------------------|

- ¼ de libra de guaípe
- Un perno
- Un perfil
- Una broca
- Un Lápiz
- Un par de Guante
- Pintura

Sistema de potencia y seguridad.

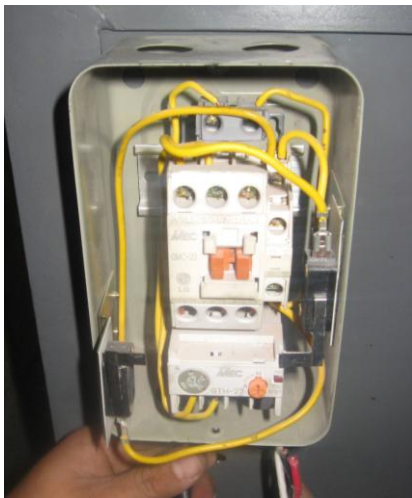


Figura 4.15: Circuito de potencia

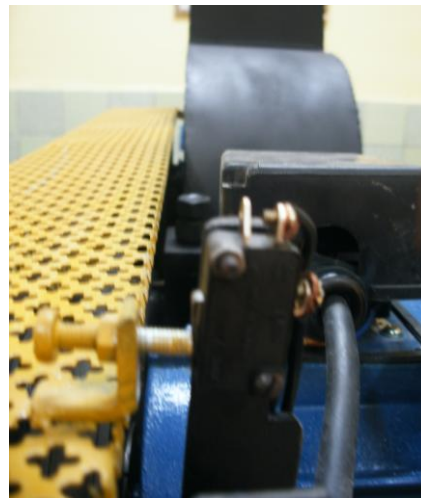


Figura 4.16: Circuito de seguridad

Procedimiento

- Diseñar circuito
- Parámetros de funcionamiento de la maquinaria
- Seleccionar elementos
- Instalar
- Colocar en la maquinaria

Herramientas y equipos.

- Un Destornillador plano
- Un Destornillador estrella

- Un Estilete
- Una Computadora
- Una llave # 11
- Pinza

M a t e r i a l e s .

- ½ metros de cable #16 flexible
- ½ metros de cable # 14 Sólido
- 20 metros de Cable # 8
- Un micro switch (Final de carrera)
- Un pulsador

4.9.3 M o t o r v e n t i l a d o r .



Figura 4.17: M o t o r v e n t i l a d o r

Este conjunto presentó las siguientes deficiencias:

- Protecciones
- Banco o base
- Sistema de mando, potencia y seguridad
- Acabados superficiales

Protecciones.



Figura 4.18: Guarda del motor ventilador

Procedimiento.

- Medir
- Cortar
- doblar
- Soldar
- Amolar
- limpiar
- colocar

Herramientas y equipos.

- Flexómetro
- Escuadra
- Amoladora
- Dobladora
- Martillo
- Soldadora

Materiales

- Un Lápiz
- Un Disco de corte
- Un disco de desbaste
- Dos Gafas
- Dos pares de Guantes
- Una libra de Guaipe

- Una libra de Electrodo
- Dos bisagras
- E 6011
- Una manija
- Un Formón
- Dos clavijas
- Cepillo de acero

Banco o base.

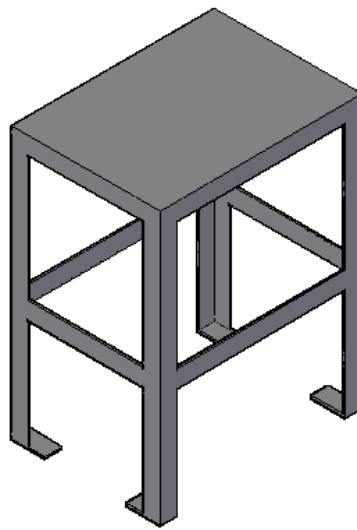


Figura 4.19: Banco o base

Procedimiento.

- Medir
- Amolar
- Cortar
- Limpiar y pintar
- Soldar

Herramientas y equipos.

- Flexómetro
- Amoladora
- Tornillo de banco
- Martillo
- Soldadora
- Alicates

- Taladro
- Sierra

Materiales.

- ½ Libra de electrodos
- Dos tubo cuadrado
- Un disco de desbaste
- ¼ de libra de guaípe
- Una plancha de acero
- Una pletina (50 x 10) mm.
- Una broca de ½
- Un lápiz
- Un disco de desbaste
- Cepillo de Acero
- Un par de guante

Sistema de mando, potencia, seguridad.



Figura 4.20: Circuito de mando, potencia

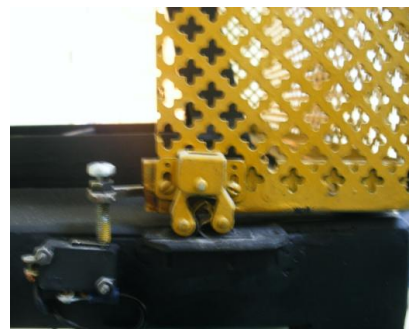


Figura 4.21: Circuito de seguridad

Procedimiento.

- Diseñar circuito
- Parámetros de funcionamiento de la maquinaria
- Seleccionar elementos

- Instalar
- Colocar en la maquinaria

Herramientas y equipos.

- | | |
|------------------------------|------------------|
| • Un Destornillador plano | • Una llave # 11 |
| • Un Destornillador estrella | • Un taladro |
| • Un Estilete | • Pinza |
| • Una Computadora | |

Materiales.

- Una broca
- ½ metros de cable #16 flexible
- Un metros de cable # 14 Sólido
- Cuatro Tornillos
- Un Contactor LG
- Un relé térmico (0 – 9)A
- Una Caja
- Un micro switch (Final de carrera)
- Un pulsador

Acabados superficiales.

Procedimiento.

- | | |
|-----------|----------|
| • Lijar | • Pintar |
| • Limpiar | |

Herramientas y equipos.

- Compresor
- Soplete
- Espátula
- Pinza

Materiales.

- ½ litro de pintura
- Una Brocha
- ¼ lbs. Periódico
- Una Cinta adhesiva
- Lija

4.9.4 Motor acople (W E G).



Figura 4.22: Motor acople (W E G)

Este conjunto presentó las siguientes deficiencias:

- Banco o base
- Sistema de mando, potencia
- Acabados superficiales

Banco o base.

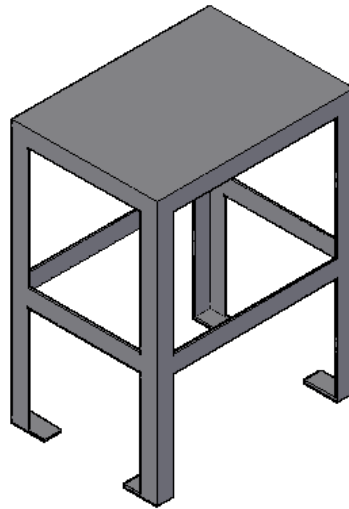


Figura 4.23: Banco o base Motor acople (WEG)

Procedimiento.

- Medir
- Cortar
- Soldar
- Amolar
- Limpiar y pintar

Herramientas y equipos.

- Flexómetro
- Tornillo de banco
- Soldadora
- Amoladora
- Martillo
- Alicates
- Taladro
- Sierra

Materiales.

- ½ Libra de electrodos
- Dos tubo cuadrado
- Un disco de desbaste
- ¼ de libra de guaipe

- Una plancha de acero
- Una pletina (50 x 10) mm.
- Una broca de $\frac{1}{2}$
- Un lápiz
- Un disco de desbaste
- Cepillo de acero

Sistema de mando, potencia.



Figura 4.24: Circuito de mando, potencia

Procedimiento.

- Diseñar circuito
- Parámetros de funcionamiento de la maquinaria
- Seleccionar elementos
- Instalar
- Colocar en la maquinaria

Herramientas y equipos.

- Un Destornillador plano
- Un Destornillador estrella
- Un Estilete
- Una Computadora
- Una llave # 11
- Un taladro
- Pinza

M a t e r i a l e s .

- U n a b r o c a
- 1 m d e c a b l e # 14 S ó l i d o
- 20 m d e c a b l e # 10 s ó l i d o
- 4 T o r n i l l o s
- 1 C o n t a c t o r L G
- 1 r e l é t é r m i c o (2 - 4) A
- U n a C a j a

A c a b a d o s s u p e r f i c i a l e s .**P r o c e d i m i e n t o .**

- L i j a r
- P i n t a r
- L i m p i a r

H e r r a m i e n t a s y e q u i p o s .

- C o m p r e s o r
- E s p á t u l a
- S o p l e t e
- P i n z a

M a t e r i a l e s .

- ½ l i t r o d e p i n t u r a
- L i j a
- U n a B r o c h a
- ¼ l b s . P e r i ó d i c o
- U n a C i n t a a d h e s i v a

4.10 Distribución y anclaje de la maquinaria.



Figura 4.25: Distribución de maquinaria

4.10.1 Anclaje de la maquinaria.

Procedimiento.

- Medir
- Distribuir
- Señalar
- Perforar
- Anclar

Herramientas y equipos.

- Taladro
- Alicata
- Martillo
- Varilla
- computadora

Materiales.

- Una broca de $\frac{1}{2}$
- Una broca de 5/16
- 28 pernos de anclaje 5/16
- 30 cauchos (80 x 150 x 5) mm.
- Una libra de guaípe
- Un par de guante
- Un lápiz
- Una llave 5/16

4.11 Instalación eléctrica del laboratorio.

4.11.1 Red de alimentación.



Figura 4.26: Red de alimentación

Procedimiento.

- Medir
- Cortar
- Conectar a la red
- Conectar a la caja de distribución
- Tendido de conductores

4.11.2 Instalación interna del laboratorio.

Montaje de la caja de mando.

Procedimiento.

- Medir.
- Señalar.
- Taladrar.
- Colocar tornillos.
- Ajustar tornillo

Herramientas y equipos.

- Flexómetro.
- Escuadra.
- Destornillador plano.
- Destornillador estrella.
- Taladro.
- Contactores
- Relés

Materiales.

- Un lápiz.
- Una Broca $\frac{1}{4}$ ".
- Doce Pernos $\frac{1}{4}$ ".
- Doce tuercas $\frac{1}{4}$ ".

Instalación de la maquinaria.

Procedimiento.

- Medir
- Tendido de conductores
- Cortar
- Conectar a la caja de mando

Herramientas y equipos.

- 1 Flexómetro.
- 1 Destornillador plano.
- 1 Destornillador estrella.
- 2 Alicates.
- 1 Pinza.
- 1 Cortadora de conductor.

Materiales.

- 50 m Conductor A W G # 8 para motores 3~
- 50 m Conductor A W G # 10 para motores 2~
- 1 Type Temflex.
- ½ libra de alambre galvanizado # 18.

Instalación del circuito de protección

Procedimiento

- | | |
|-----------------------------------|----------------------|
| • Medir. | • Colocar tornillos. |
| • Señalar. | • Ajustar tornillos |
| • Taladrar. | • Conectar |
| • Colocación del final de carrera | |

Herramientas y equipos

- | | |
|---------------------------|------------------------------|
| • 1 Flexómetro. | • 1 Destornillador estrella. |
| • 1 Destornillador plano. | • 2 Alicates. |

- 1 Pinza.
- 4 finales de carrera.
- 1 Cortadora de conductor.

Materiales.

- 10 m Conductor A W G # 16 flexible.
- 1 broca de 1/8".
- 1 lápiz.
- 8 tornillos de 1/8".
- 8 tuercas de 1/8".

CAPÍTULO V

5. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Una vez realizada la instalación eléctrica, anclaje, reacondicionamiento del laboratorio, teniendo en cuenta los parámetros de funcionamiento de la maquinaria servirá de guía para su verificación de puesta en marcha.

5.1 Prueba del circuito de potencia.

5.1.1 Motor acople (M A C).

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V trifásico de A C
- Comprobar el sonido que produce el motor.
 - Sonido normal
- Medir la intensidad de cada fase
 - Fases R/S/T = 4.8 A
- Tensión entre fases
 - $V = 205 \text{ V}$

5.1.2 Motor banda – eje.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V Bifásico de A C
- Comprobar el sonido que produce el motor.
 - Sonido normal

- Medir la intensidad de cada fase
 - Fases R/S/T = 5.4 A
- Tensión entre fases
 - V = 205 V

5.1.3 Motor bomba.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V trifásico de AC
- Comprobar el sonido que produce el motor.
 - Sonido normal
- Medir la intensidad de cada fase
 - Fases R/S/T = 6 A
- Tensión entre fases
 - V = 205 V

5.1.4 Motor banda.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V trifásico de AC
- Comprobar el sonido que produce el motor.
 - Sonido normal
- Medir la intensidad de cada fase
 - Fases R/S/T = 11.4 A
- Tensión entre fases
 - V = 205 V

5.1.5 Motor acople (WEG).

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V Bifásico de AC

- Comprobar el sonido que produce el motor.
 - Sonido normal
- Medir la intensidad de cada fase
 - Fases R/S/T= 1.8 A
- Tensión entre fases
 - $V = 205 \text{ V}$

5.1.6 Motor ventilador.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V Bifásico de AC
- Comprobar el sonido que produce el motor.
 - Sonido normal
- Medir la intensidad de cada fase
 - Fases R/S/T= 1.8 A
- Tensión entre fases
 - $V = 205 \text{ V}$

5.2 Prueba del circuito de mando.

5.1.1 Motor acople (MAC).

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V trifásico de AC
- Comprobar el enclavamiento de la bobina.
- Medir la intensidad de entrada
 - Fases R/S/T= 4.8 A

- Comprobar funcionamiento del relé térmico.
 - Seleccionar el valor mínimo de amperaje.
 - Arrancar el motor durante unos segundos.
 - El relé si actúa correctamente.
 - Para poner en funcionamiento resetear.

5.1.2 Motor banda – eje.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V bifásico de AC
- Comprobar el enclavamiento de la bobina.
- Medir la intensidad de entrada
 - Fases R/S/T = 5.4 A
- Comprobar funcionamiento del relé térmico.
 - Seleccionar el valor mínimo de amperaje.
 - Arrancar el motor durante unos segundos.
 - El relé si actúa correctamente.
 - Para poner en funcionamiento resetear.

5.1.3 Motor bomba.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V trifásico de AC
- Comprobar el enclavamiento de la bobina.
- Medir la intensidad de entrada
 - Fases R/S/T = 6 A
- Comprobar funcionamiento del relé térmico.

- Seleccionar el valor mínimo de amperaje.
- Arrancar el motor durante unos segundos.
- El relé si actúa correctamente.
- Para poner en funcionamiento resetear.

5.1.4 Motor banda.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V bifásico de AC
- Comprobar el enclavamiento de la bobina.
- Medir la intensidad de entrada
 - Fases R/S/T = 11.4 A
- Comprobar funcionamiento del relé térmico.
 - Seleccionar el valor mínimo de amperaje.
 - Arrancar el motor durante unos segundos.
 - El relé si actúa correctamente.
 - Para poner en funcionamiento resetear.

5.1.5 Motor acople (WEG).

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V bifásico de AC
- Comprobar el enclavamiento de la bobina.
- Medir la intensidad de entrada
 - Fases R/S/T = 1.8 A
- Comprobar funcionamiento del relé térmico.
 - Seleccionar el valor mínimo de amperaje.

- Arrancar el motor durante unos segundos.
- El relé si actúa correctamente.
- Para poner en funcionamiento resetear.

5.1.6 Motor ventilador.

- Alimentar al circuito una tensión de 220 V bifásico de AC
- Comprobar el enclavamiento de la bobina.
- Medir la intensidad de entrada
 - Fases R/S/T= 1.8 A
- Comprobar funcionamiento del relé térmico.
 - Seleccionar el valor mínimo de amperaje.
 - Arrancar el motor durante unos segundos.
 - El relé si actúa correctamente.
 - Para poner en funcionamiento resetear.

5.3 Prueba del circuito de seguridad y protección.

En el laboratorio existe cuatro maquinas con mayor riesgo de producir accidentes, en las cuales se ha montado un sistema de seguridad que permitirá reducir los riesgos y dar mayor confianza al estudiante para realizar sus prácticas.

5.3.1 Comprobación del circuito.

- Alimentar al circuito de mando.
- Comprobar que la guarda este cerrada.(posición normal)

- Arrancar el motor
- Abrir la guarda.
 - El motor se apaga

Para poner en funcionamiento la maquinaria para pruebas que se necesiten realizar con la guarda abierta se deberá accionar el pulsador **P 2**, una vez terminadas las pruebas se deberá pulsar nuevamente **P 2** para desactivar el circuito.

- Colocar la guarda en su posición normal.

5.4 Puesta en marcha.

Una vez realizada las pruebas se procede a poner en marcha la maquinaria con el fin de verificar que cada uno de los conjuntos esté en condiciones seguras y se encuentren en los parámetros normales de funcionamiento.

5.5 Evaluación del funcionamiento.

Tabla 5.1: EVALUACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO

MOTOR ACOPLE (MAC)	
Intensidad nominal= 13 A	Intensidad medida= 4.8
Voltaje Nominal= 220 V	Voltaje Medido= 205 V
MOTOR BANDA EJE	
Intensidad nominal= 7.1 A	Intensidad medida= 5.4
Voltaje Nominal= 220 V	Voltaje Medido= 205 V
MOTOR BOMBA	
Intensidad nominal= 14 A	Intensidad medida= 6
Voltaje Nominal= 220 V	Voltaje Medido= 205 V
MOTOR BANDA	
Intensidad nominal= 18.3 A	Intensidad medida= 11.4
Voltaje Nominal= 220 V	Voltaje Medido= 205 V
MOTOR ACOPLE (WEG)	
Intensidad nominal= 2.7 A	Intensidad medida= 1.8
Voltaje Nominal= 220 V	Voltaje Medido= 205 V
MOTOR VENTILADOR	
Intensidad nominal= 2.7 A	Intensidad medida= 1.8
Voltaje Nominal= 220 V	Voltaje Medido= 205 V

Observaciones:

De acuerdo a las mediciones realizadas en cada uno de los conjuntos observamos claramente que se encuentran dentro de los parámetros normales de funcionamiento y en condiciones óptimas para su utilización.

5.6 Elaboración del banco de tareas y observaciones de seguridad.**5.6.1 Motor acople (MAC).****Tabla 5.2: INSPECCIÓN DEL MOTOR**

INSPECCIÓN DEL MOTOR	
FRECUENCIA: 3600 horas	
PROCEDIMIENTO: Máquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad. • Detectar ruidos anormales en rodamientos. Máquina apagada: <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapas laterales. • Verificar estado de conexiones y bobinado • Revisar rodamientos y estado de carcasa. • Colocar tapas • Reajuste de pernos. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD: Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de inspeccionar el interior del motor.
EQUIPOS: Multímetro de pinza	
HERRAMIENTAS: Maletín de herramientas.	
MATERIALES: Guaípe, brocha.	
REPUESTOS:	

Tabla 5.3: CAMBIO DE RODAMIENTOS

CAMBIO DE RODAMIENTOS	
FREC UENCIA : 18000 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Limpiar el motor. • Barnizar los bobinados en caso de ser necesario. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Montar el motor. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar mascarillas.</p>
EQUIPOS : <p>Multímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS : <p>Maletín de herramientas.</p> <p>Extractor.</p>	
MATERIALES : <p>Guaípe.</p> <p>Brocha.</p> <p>Barniz.</p>	
REPUESTOS : <p>2 Rodamiento 6303.</p>	

Tabla 5.4: LUBRICACIÓN

LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS	
FREC U E N C I A : 3 6 0 0 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Limpiar chumaceras. • Lubricar. • Limpiar. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución de realizar la tarea.</p>
EQUIPOS: <p>M ultímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS: <p>M aletín de herramientas.</p> <p>Engrasador</p>	
Materiales: <p>Guaípe</p> <p>Grasa GLM</p> <p>Tiñer</p>	
REPUESTOS:	

Tabla 5.5: INSPECCIÓN ELÉCTRICA

INSPECCIÓN ELÉCTRICA	
F R E C U E N C I A : 3 6 0 0 horas	
P R O C E D I M I E N T O : M á q u i n a encendida. <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisión de: voltajes, amperajes, • Colocar tapa. M á q u i n a apagada. <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisar terminales y conexiones, • Limpiar la caja. • Colocar tapa. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	O B S E R V A C I O N E S D E S E G U R I D A D : Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de revisar en maquina apagada. Utilizar guantes de protección dieléctricos.
E Q U I P O S : M u l t í m e t r o de pinza	
H E R R A M I E N T A S : M a l e t í n de herramientas.	
M A T E R I A L E S : G u a i p e B r o c h a	
R E P U E S T O S :	

5.6.2 Motor banda eje.

Tabla 5.6: INSPECCIÓN DEL MOTOR

INSPECCIÓN DEL MOTOR	
F R E C U E N C I A : 3 6 0 0 horas	
P R O C E D I M I E N T O : M á q u i n a en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad. • Detectar ruidos anormales en rodamientos. M á q u i n a apagada: <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapas laterales. • Verificar estado de conexiones y bobinado • Revisar rodamientos y estado de carcasa. • Colocar tapas • Reajuste de pernos. 	O B S E R V A C I O N E S D E S E G U R I D A D : Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de inspeccionar el interior del motor.
E Q U I P O S : M u l t í m e t r o de pinza	
H E R R A M I E N T A S : M a l e t í n de herramientas.	
M A T E R I A L E S : G u a i p e B r o c h a	
R E P U E S T O S :	

Tabla 5.7: CAMBIO DE RODAMIENTOS

CAMBIO DE RODAMIENTOS	
FREC UENCIA : 18000 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Limpiar el motor. • Barnizar los bobinados en caso de ser necesario. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Montar el motor. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar mascarillas.</p>
EQUIPOS : <p>Multímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS : <p>Maletín de herramientas.</p> <p>Extractor.</p>	
MATERIALES : <p>Guaípe.</p> <p>Brocha.</p> <p>Barniz.</p>	
REPUESTOS : <p>2 Rodamiento 6303.</p>	

Tabla 5.8: LUBRICACIÓN

LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Limpiar chumaceras. • Lubricar. • Limpiar. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : Desconectar el circuito de la caja de distribución de realizar la tarea.
EQUIPOS: Multímetro de pinza	
HERRAMIENTAS: Maletín de herramientas. Engrasador	
MATERIALES: Guaípe Grasa GLM Tiñer	
REPUESTOS:	

Tabla 5.9: INSPECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS

INSPECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS	
F R E C U E N C I A : 7 2 0 0 h o r a s	
P R O C E D I M I E N T O : <ul style="list-style-type: none"> • A p a g a r l a m á q u i n a . • A b r i r g u a r d a s • R e v i s a r m a n u a l m e n t e e l e s t a d o d e l a s b a n d a s y c a m b i a r d e s e r n e c e s a r i o . • R e v i s a r e l e s t a d o d e l a s p o l e a s . • C e r r a r g u a r d a s • E n c e n d e r l a m a q u i n a • R e a l i z a r p r u e b a s d e f u n c i o n a m i e n t o 	O B S E R V A C I O N E S D E S E G U R I D A D : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p>
E Q U I P O S :	
H E R R A M I E N T A S : <p>M a l e t í n d e h e r r a m i e n t a s .</p>	
M A T E R I A L E S : <p>G u a i p e</p> <p>B r o c h a</p>	
R E P U E S T O S : <p>B a n d a e n V #</p>	

Tabla 5.10: INSPECCIÓN ELÉCTRICA

INSPECCIÓN ELÉCTRICA	
F R E C U E N C I A : 3600 horas	
P R O C E D I M I E N T O : M á q u i n a e n c e n d i d a . <ul style="list-style-type: none"> • S a c a r t a p a d e l c i r c u i t o d e m a n d o • R e v i s i ó n d e : v o l t a j e s , a m p e r a j e s , • C o l o c a r t a p a . M á q u i n a a p a g a d a . <ul style="list-style-type: none"> • S a c a r t a p a d e l c i r c u i t o d e m a n d o • R e v i s a r t e r m i n a l e s y c o n e x i o n e s , • L i m p i a r l a c a j a . • C o l o c a r t a p a . • E n c e n d e r l a u n i d a d • R e a l i z a r p r u e b a s d e f u n c i o n a m i e n t o . 	O B S E R V A C I O N E S D E S E G U R I D A D : D e s c o n e c t a r e l c i r c u i t o d e l a c a j a d e d i s t r i b u c i ó n a n t e s d e r e v i s a r e n m á q u i n a a p a g a d a . U t i l i z a r g u a n t e s d e p r o t e c c i ó n d i e l é c t r i c o s .
E Q U I P O S : M u l t í m e t r o d e p i n z a	
H E R R A M I E N T A S : M a l e t í n d e h e r r a m i e n t a s .	
M A T E R I A L E S : G u a i p e B r o c h a	
R E P U E S T O S :	

5.6.3 Motor bomba.

Tabla 5.11: INSPECCIÓN DEL MOTOR

INSPECCIÓN DEL MOTOR	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : M áquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de: voltajes, am perajes, tem peratura y velocidad. • Detectar ruidos anorm ales en rodamientos. M áquina apagada: <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapas laterales. • Verificar estado de conexiones y bobinado • Revisar rodamientos y estado de carcasa. • Colocar tapas • Reajuste de pernos. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de inspeccionar el interior del m otor.
EQUIPOS: M ultímetro de pinza	
HERRAMIENTAS: M aletín de herramientas.	
MATERIALES: Guaípe Brocha	
REPUESTOS:	

Tabla 5.12: CAMBIO DE RODAMIENTOS

CAMBIO DE RODAMIENTOS	
FRECUENCIA: 18000 horas	
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Limpiar el motor. • Barnizar los bobinados en caso de ser necesario. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Montar el motor. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD: <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar mascarillas.</p>
EQUIPOS: <p>Multímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS: <p>Malletín de herramientas.</p> <p>Extractor.</p>	
MATERIALES: <p>Guaípe.</p> <p>Brocha.</p> <p>Barniz.</p>	
REPUESTOS: <p>2 Rodamiento 6303.</p>	

Tabla 5.13: INSPECCIÓN DE BOMBA

INSPECCIÓN DE BOMBA	
FREC UENCIA : 18000 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Desmontar la bomba. • Sacar tapa. • Limpiar los elementos de bomba. • Revisar turbina. • Revisar rodamientos. • Revisar prensaestopas. • Colocar tapa. • Montar la bomba. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar guantes.</p>
EQUIPOS: <p>Multímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS: <p>Malletín de herramientas.</p> <p>Extractor.</p>	
MATERIALES: <p>Guaípe.</p> <p>Brocha.</p>	
REPUESTOS: <p>2 Rodamiento 6303.</p>	

Tabla 5.14: LUBRICACIÓN BOMBA

LUBRICACIÓN BOMBA	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Abrir tapa de purga de aceite. • Limpiar. • Colocar tapa de purga • Lubricar. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar guantes de protección.</p>
EQUIPOS : <p>M ultímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS : <p>M aletín de herramientas.</p> <p>Lubricador.</p>	
Materiales: <p>Guaípe</p> <p>Aceite M O V I L 30</p> <p>Tiñer</p>	
REPUESTOS :	

Tabla 5.15: INSPECCIÓN ELÉCTRICA

INSPECCIÓN ELÉCTRICA	
FREC UENCIA : 3600 horas	
<p>PROCEDIMIENTO :</p> <p>M áquina encendida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisión de: voltajes, amperajes, • Colocar tapa. <p>M áquina apagada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisar terminales y conexiones, • Limpiar la caja. • Colocar tapa. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	<p>OBSERVACIONES DE SEGURIDAD :</p> <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de revisar en máquina apagada.</p> <p>Utilizar guantes de protección dieléctricos.</p>
<p>EQUIPOS :</p> <p>M ultímetro de pinza</p>	
<p>HERRAMIENTAS :</p> <p>M aletín de herramientas.</p>	
<p>MATERIALES :</p> <p>Guaípe</p> <p>Brocha</p>	
<p>REPUESTOS :</p>	

5.6.4 Motor banda

Tabla 5.16: INSPECCIÓN DEL MOTOR

INSPECCIÓN DEL MOTOR	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : M áquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de: voltajes, am perajes, temperatura y velocidad. • Detectar ruidos anorm ales en rodamientos. M áquina apagada: <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapas laterales. • Verificar estado de conexiones y bobinado • Revisar rodamientos y estado de carcasa. • Colocar tapas • Reajuste de pernos. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de inspeccionar el interior del m otor.
EQUIPOS: M ultímetro de pinza	
HERRAMIENTAS: M aletín de herramientas.	
MATERIALES: Guaípe Brocha	
REPUESTOS:	

Tabla 5.17: CAMBIO DE RODAMIENTOS

CAMBIO DE RODAMIENTOS	
FREC UENCIA : 18000 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Limpiar el motor. • Barnizar los bobinados en caso de ser necesario. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Montar el motor. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar mascarillas.</p>
EQUIPOS : <p>Multímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS : <p>Maletín de herramientas.</p> <p>Extractor.</p>	
MATERIALES : <p>Guaípe.</p> <p>Brocha.</p> <p>Barniz.</p>	
REPUESTOS : <p>2 Rodamiento 6303.</p>	

Tabla 5.18: LUBRICACIÓN

LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Limpiar chumaceras. • Lubricar. • Limpiar. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución de realizar la tarea.</p>
EQUIPOS : <p>Multímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS : <p>Malletín de herramientas.</p> <p>Engrasador</p>	
MATERIALES : <p>Guaípe</p> <p>Grasa GLM</p> <p>Tiñer</p>	
REPUESTOS :	

Tabla 5.19: INSPECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS

INSPECCIÓN DE BANDAS Y POLEAS	
FREC UENCIA : 7200 horas	
PROCEDIMIENTO : <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la máquina. • Abrir guardas • Revisar manualmente el estado de las bandas y cambiar de ser necesario. • Revisar el estado de las poleas. • Cerrar guardas • Encender la máquina • Realizar pruebas de funcionamiento 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p>
EQUIPOS :	
HERRAMIENTAS : <p>M aletín de herramientas.</p>	
MATERIALES : <p>Guaípe</p> <p>Brocha</p>	
REPUESTOS : <p>Banda en V # 21</p>	

Tabla 5.20: INSPECCIÓN ELÉCTRICA

INSPECCIÓN ELÉCTRICA	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : M áquina encendida. <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisión de: voltajes, am perajes, • Colocar tapa. M áquina apagada. <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisar terminales y conexiones, • Lim piar la caja. • Colocar tapa. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionam iento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de revisar en m áquina apagada. Utilizar guantes de protección dieléctricos.
EQUIPOS : M ultímetro de pinza	
HERRAMIENTAS : M aletín de herramientas.	
MATERIALES : Guaip e Brocha	
REPUESTOS :	

5.6.5 Motor acople (WEG).

Tabla 5.21: INSPECCIÓN DEL MOTOR

INSPECCIÓN DEL MOTOR	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : M áquina en funcionamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad. • Detectar ruidos anormales en rodamientos. M áquina apagada: <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapas laterales. • Verificar estado de conexiones y bobinado • Revisar rodamientos y estado de carcasa. • Colocar tapas • Reajuste de pernos. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de inspeccionar el interior del motor.
EQUIPOS: M ultímetro de pinza	
HERRAMIENTAS: M aletín de herramientas.	
MATERIALES: Guaípe Brocha	
REPUESTOS:	

Tabla 5.22: CAMBIO DE RODAMIENTOS

CAMBIO DE RODAMIENTOS	
FRECUENCIA: 18000 horas	
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Limpiar el motor. • Barnizar los bobinados en caso de ser necesario. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Montar el motor. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD: <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar mascarillas.</p>
EQUIPOS: <p>Multímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS: <p>Malletín de herramientas.</p> <p>Extractor.</p>	
MATERIALES: <p>Guaípe.</p> <p>Brocha.</p> <p>Barniz.</p>	
REPUESTOS: <p>2 Rodamiento 6303.</p>	

Tabla 5.23: LUBRICACIÓN

LUBRICACIÓN DE CHUMACERAS	
FRECUENCIA: 3600 horas	
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Limpiar chumaceras. • Lubricar. • Limpiar. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD: Desconectar el circuito de la caja de distribución de realizar la tarea.
EQUIPOS: Multímetro de pinza	
HERRAMIENTAS: Maletín de herramientas. Engrasador	
MATERIALES: Guaípe Grasa GLM Tiñer	
REPUESTOS:	

Tabla 5.24: INSPECCIÓN ELÉCTRICA

INSPECCIÓN ELÉCTRICA	
FREC UENCIA : 3600 horas	
PROCEDIMIENTO : M áquina encendida. <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisión de: voltajes, amperajes, • Colocar tapa. M áquina apagada. <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisar terminales y conexiones, • Limpiar la caja. • Colocar tapa. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD : Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de revisar en máquina apagada. Utilizar guantes de protección dieléctricos.
EQUIPOS : M ultímetro de pinza	
HERRAMIENTAS : M aletín de herramientas.	
MATERIALES : Guaípe Brocha	
REPUESTOS :	

5.6.6 Motor ventilador.

Tabla 5.25: INSPECCIÓN DEL MOTOR

INSPECCIÓN DEL MOTOR	
F R E C U E N C I A : 3 6 0 0 horas	
<p>P R O C E D I M I E N T O :</p> <p>M á q u i n a en funcionamiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revisión de: voltajes, amperajes, temperatura y velocidad. • Detectar ruidos anormales en rodamientos. <p>M á q u i n a apagada:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapas laterales. • Verificar estado de conexiones y bobinado • Revisar rodamientos y estado de carcasa. • Colocar tapas • Reajuste de pernos. 	<p>O B S E R V A C I O N E S</p> <p>D E S E G U R I D A D :</p> <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de inspeccionar el interior del motor.</p>
<p>E Q U I P O S :</p> <p>M u l t í m e t r o de pinza</p>	
<p>H E R R A M I E N T A S :</p> <p>M a l e t í n de herramientas.</p>	
<p>M A T E R I A L E S :</p> <p>G u a i p e</p> <p>B r o c h a</p>	
<p>R E P U E S T O S :</p>	

Tabla 5.26: CAMBIO DE RODAMIENTOS

CAMBIO DE RODAMIENTOS	
FRECUENCIA: 18000 horas	
PROCEDIMIENTO: <ul style="list-style-type: none"> • Apagar la unidad. • Desmontar el motor. • Sacar las tapas. • Extraer los rodamientos. • Limpiar el motor. • Barnizar los bobinados en caso de ser necesario. • Colocar nuevos rodamientos. • Colocar las tapas. • Montar el motor. • Realizar pruebas de funcionamiento. 	OBSERVACIONES DE SEGURIDAD: <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de realizar la tarea.</p> <p>Utilizar mascarillas.</p>
EQUIPOS: <p>Múltímetro de pinza</p>	
HERRAMIENTAS: <p>Malletín de herramientas.</p> <p>Extractor.</p>	
MATERIALES: <p>Guaípe.</p> <p>Brocha.</p> <p>Barniz.</p>	
REPUESTOS: <p>2 Rodamiento 6303.</p>	

Tabla 5.27: INSPECCIÓN ELÉCTRICA

INSPECCIÓN ELÉCTRICA	
FREC UENCIA : 3600 horas	
<p>PROCEDIMIENTO :</p> <p>M áquina encendida.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisión de: voltajes, amperajes, • Colocar tapa. <p>M áquina apagada.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sacar tapa del circuito de mando • Revisar terminales y conexiones, • Limpiar la caja. • Colocar tapa. • Encender la unidad • Realizar pruebas de funcionamiento. 	<p>OBSERVACIONES DE SEGURIDAD :</p> <p>Desconectar el circuito de la caja de distribución antes de revisar en máquina apagada.</p> <p>Utilizar guantes de protección dieléctricos.</p>
<p>EQUIPOS:</p> <p>M ultímetro de pinza</p>	
<p>HERRAMIENTAS:</p> <p>M aletín de herramientas.</p>	
<p>MATERIALES:</p> <p>Guaípe</p> <p>Brocha</p>	
<p>REPUESTOS:</p>	

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.

- Se realizó el análisis del estado técnico de la maquinaria lo cual se determinó que en su mayoría presentaba buenas condiciones para su funcionamiento, no obstante, poseían varias deficiencias como eran: anclaje, protecciones de seguridad (maquina- persona), infraestructura, etc.
- Se conoció los diferentes dispositivos necesarios para la instalación eléctrica y puesta en marcha de la maquinaria existente, basándonos en los parámetros de funcionamiento de cada uno de los conjuntos, utilizando así dispositivos electromecánicos.
- Se distribuyó de manera adecuada los diferentes bancos de prueba, aunque no contamos con espacio necesario, no obstante, se ubicó a espacios suficientes para la circulación de los estudiantes para realizar los diferentes ensayos.
- Se reacondicionó y se modificó las diferentes maquinarias del laboratorio, realizando mejoras en cada uno de los módulos como: anclaje, bases, protecciones, instalaciones eléctricas, acabados superficiales, etc. Además se obtuvo un nuevo banco (motor banda – eje). Este reacondicionamiento se lo realizó con el fin de brindar comodidad y seguridad al estudiante.
- Se diseñó e implementó de los sistemas de alimentación, mando, potencia, seguridad, siendo esto elemental para su funcionamiento sin dejar de lado la seguridad tanto del estudiante, como de la maquinaria.

- Se verificó el correcto funcionamiento del laboratorio basándonos en pruebas de cada uno de los sistemas por lo cual está en condiciones óptimas para su utilización, además se mejoró la iluminación y el ambiente ubicando lámparas adecuadas, persianas y cuadros que ayudaran al aprendizaje del estudiante.
- Se elaboró el banco de tareas y las observaciones de seguridad requeridas en la maquinaria del laboratorio.

6.2 **Recomendaciones.**

- Aprovechar los beneficios prácticos que brindará el laboratorio, ya que de esta forma se complementará su enseñanza y aprendizaje.
- Cumplir con el plan de mantenimiento establecido en la maquinaria para garantizar su eficiencia y funcionamiento. Realizando periódicamente las tareas básicas como: ajuste, limpieza y verificación de los elementos mecánicos y eléctricos.
- Seguir las observaciones de seguridad a fin de garantizar la salud del personal que la opere.
- Gestionar la compra del alineador láser para bandas y poleas.
- Proponer mejoras que vayan en el adelanto del laboratorio como el espacio físico y nuevos bancos que permita basarse en la realidad.
- Instalar un transformador trifásico para el laboratorio.